

6•2000

# РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ

УКВ ЧМ приемник
Внутрисхемный эмулятор
Музыкальные звонки
Первичные кварцевые часы
Измеритель заряда аккумулятора

*... и еще 32 конструкции*

6
2000

ISSN-0033-765X
9 770033 765009

**В НОМЕРЕ:**



**На нашей обложке.** Призер конкурса "Набор для начинающего радиолюбителя" И. Бакомчев. Описание конструкций из его набора см. на с. 59, 60.

**ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:**

**Новые антенные усилители**
**Коммутатор сигналов спутникового приема**
**Устройства на базе микроконтроллера Z8**
**Три фазы — без потери мощности**
**Для подзарядки аккумуляторов**


**Тираж журнала "Радио" №5 сдан в ОАО "Роспечать" для рассылки подписчикам 28.04.2000**




**6•2000**
МАССОВЫЙ ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»

Зарегистрирован Комитетом РФ по печати 21 марта 1995 г.
Регистрационный № 01331

**Главный редактор** Ю. И. КРЫЛОВ





**Корректор** Т. А. ВАСИЛЬЕВА
**Обложка:** Ю. В. СИНЕВ
**Верстка:** Б. Ю. ГРИГОРЬЕВ



**Адрес редакции:**
103045, Москва, Селиверстов пер., 10
E-mail:radio@paguo.ru

**Группа работы с письмами** – (095) 207-31-18
**Группа рекламы** — (095) 208-99-45,
тел./факс (095) 208-77-13; e-mail: advert@paguo.ru

**Распространение** — (095) 208-81-79; e-mail: sale@paguo.ru
**Подписка и продажа** — (095) 207-77-28
**Бухгалтерия** — (095) 207-87-39



Наши платежные реквизиты:
получатель — ЗАО «Журнал «Радио», ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159 в МБ АК СБ РФ
г. Москва Мещанское ОСБ №7811
корр. счет 30101810600000000342 БИК 044525342
Почтовый индекс банка — 101000

Редакция не несет ответственности за достоверность рекламных объявлений

Подписано к печати 15.05.2000 г. Формат 84×108/16. Печать офсетная.
Объем 10 физ. печ. л., 5 бум. л., 13,5 уч.-изд. л.

В розницу — цена договорная
Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по каталогу Управления федеральной почтовой связи — 89032





Отпечатано в ОАО ПО "Пресса-1". Зак. 1321




# НАША ЛОТЕРЕЯ

Журнал "Радио" выписывают и читают не только в России, но и в странах СНГ и странах Балтии. Есть у журнала подписчики и в дальнем зарубежье. Поэтому должен был наступить момент, когда в составе жюри по подведению итогов лотереи вошел и зарубежный радиолюбитель. Им оказался наш автор — Всеволод Марценюк из Харькова. Ему и была оказана честь возглавить жюри. А в его состав вошли радиолюбители со стажем: Т. Вардомская, И. Нечаев, С. Горелов (секретарь жюри), Ю. Худороткин и девятиклассник Володя Фролов. А помогала членам жюри выявлять тех, кому улыбнулась удача, семилетняя Оленька Павлова.



**Выигрыши перед отправкой.**

Лотерейные купоны на этот раз прислали 3669 читателей журнала. В таблице 1 приведено распределение по областям, краям и республикам России числа участ-



**Жюри (слева направо): сидят С. Горелов, Т. Радомская, В. Фролов; стоят И. Нечаев, Ю. Худороткин, В. Марценюк.**

# — ВТОРОЕ ПОЛУГОДИЕ

ников лотереи (первая колонка) и числа выигравших (вторая колонка), в таблице 2 эти данные приведены по зарубежным странам. На этот раз судьба "показала свой характер", проявив явную благосклонность к читателям журнала из Челябинской области, Татарстана, Брянской области, Курганской области и Литвы.

Подобный анализ мы провели впервые. По его результатам редакция приняла решение в последующих лотереях



**Оля Павлова выбирает выигрыш.**

учредить "утешительные" выигрыши. Они будут разыгрываться среди участников лотереи из тех областей, краев и республик, которым не досталось ни одного выигрыша.

Мы ждем ваши, дорогие друзья, лотерейные купоны за первое полугодие 2000 года. Очередной этап лотереи пройдет в августе.

**Таблица 1**

| | | |
|---|---|---|
| Адыгея | 6 | — |
| Алтайский край | 83 | — |
| Амурская обл. | 26 | — |
| Архангельская обл. | 43 | — |
| Астраханская обл. | 27 | — |
| Башкортостан | 125 | 1 |
| Белгородская обл. | 52 | 1 |
| Брянская обл. | 21 | 3 |
| Бурятия | 14 | — |
| Владимирская обл. | 8 | — |
| Волгоградская обл. | 66 | 1 |
| Вологодская обл. | 30 | — |
| Воронежская обл. | 57 | — |
| Дагестан | 5 | — |
| Еврейская АО | 6 | — |
| Ивановская обл. | 29 | — |
| Ингушетия | 4 | — |
| Иркутская обл. | 77 | — |
| Кабардино-Балкария | 7 | 2 |
| Калининградская обл. | 21 | 1 |
| Калмыкия | 2 | — |
| Калужская обл. | 26 | — |
| Камчатская обл. | 14 | — |
| Карачаево-Черкессия | 5 | — |
| Карелия | 28 | — |
| Кемеровская обл. | 80 | 1 |
| Кировская обл. | 46 | 2 |
| Коми | 33 | 1 |
| Костромская обл. | 25 | — |
| Краснодарский край | 138 | 1 |
| Красноярский край | 88 | 1 |
| Курганская обл. | 37 | 3 |
| Курская обл. | 38 | — |
| Липецкая обл. | 27 | — |
| Магаданская обл. | 12 | — |
| Марий Эл | 22 | — |
| Мордовия | 23 | 2 |
| Москва и Московская обл. | 265 | 2 |
| Мурманская обл. | 43 | 1 |
| Нижегородская обл. | 69 | — |
| Новгородская обл. | 17 | 1 |
| Новосибирская обл. | 57 | — |
| Омская обл. | 28 | — |
| Оренбургская обл. | 52 | 1 |
| Орловская обл. | 18 | — |
| Пензенская обл. | 34 | — |
| Пермская обл. | 69 | 1 |
| Приморский край | 53 | — |
| Псковская обл. | 24 | 1 |
| Ростовская обл. | 118 | 1 |
| Рязанская обл. | 28 | 1 |
| Самарская обл. | 76 | — |
| Санкт-Петербург и Ленинградская обл. | 98 | 2 |
| Саратовская обл. | 70 | — |
| Сахалинская обл. | 9 | — |
| Свердловская обл. | 152 | — |
| Северная Осетия | 19 | 1 |
| Смоленская обл. | 30 | 1 |
| Ставропольский край | 66 | — |
| Тамбовская обл. | 25 | 1 |
| Татарстан | 142 | 3 |
| Тверская обл. | 54 | 1 |
| Томская обл. | 33 | 1 |
| Тува | 3 | — |
| Тульская обл. | 38 | — |
| Тюменская обл. | 78 | 1 |
| Удмуртия | 30 | — |
| Ульяновская обл. | 43 | — |
| Хабаровский край | 46 | — |
| Хакасия | 22 | 1 |
| Челябинская обл. | 109 | 3 |
| Читинская обл. | 19 | 1 |
| Чувашия | 40 | — |
| Якутия (Саха) | 24 | — |
| Ярославская обл. | 38 | 1 |

**Таблица 2**

| | | |
|---|---|---|
| Азербайджан | 2 | — |
| Армения | 3 | — |
| Беларусь | 27 | — |
| Грузия | 3 | — |
| Казахстан | 37 | 1 |
| Киргизстан | 5 | — |
| Латвия | 4 | — |
| Литва | 7 | 2 |
| Молдова | 7 | — |
| Узбекистан | 4 | — |
| Украина | 80 | 1 |

# ТВВЧ: ОТ АНАЛОГОВОГО К ЦИФРОВОМУ. СТАНДАРТЫ MPEG-2

*К. ФИЛАТОВ, С. ЧЕЧЕЛЕВ, г. Таганрог Ростовской обл.*

***Во многих странах разработчики и конструкторы телевизионной техники стремятся получить качество изображения и звука, сравнимое с уровнем, достигнутым в кино. И добиваются этого сейчас за счет внедрения современных цифровых телевизионных систем с использованием стандартов сжатия видеосигналов MPEG-2. В конце концов, именно это, по мнению специалистов, должно привести к созданию мировой сети телевидения высокой четкости (ТВВЧ или ТВЧ). О проблемах на этом пути и пойдет речь в публикуемой статье.***

Всем понятно, что технология телевидения, основанная на развертке изображения на 625 и 525 строк и сформировавшаяся более пяти десятилетий назад, никак не могла конкурировать с качеством изображения в кино, которому соответствует телевизионная четкость от двух до четырех тысяч строк [1]. Только такое разложение позволяет использовать для телевизионных систем большие экраны. Очевидное решение проблемы — еще большее увеличение числа строк и переход к цифровому телевидению высокой четкости.

Однако цифровое телевидение выдвигает и новые требования. Существующие каналы телевизионного вещания, например, могут обеспечить пропускную способность лишь около 32 Мбит/с, тогда как для передачи стандартного видеоизображения в цифровом виде требуется более 210 Мбит/с. Переход же к формату 16:9 и ТВВЧ приводит к необходимости передачи информации более 1,2 Гбит/с. Следовательно, наземная сеть ТВВЧ требует специальной обработки видеосигнала для передачи по тем же каналам: коэффициент сжатия должен быть доведен до нескольких десятков, причем при обработке в реальном времени.

Работы по созданию ТВВЧ ведутся в ряде стран. Координирует их 11-я (телевизионное вещание) Исследовательская комиссия (ИК) сектора МСЭ-Р (ITU-R) Международного союза электросвязи [2, 3], которую с начала 70-х годов возглавляет известный специалист М. И. Кривошеев. На 17-й Пленарной ассамблее МККР в Дюссельдорфе (1990 г.) была принята Рекомендация 709 "Значения базовых параметров стандарта ТВЧ для студий и международного обмена". Ее основные положения следующие: формат кадра — 16:9, 1920 отсчетов на строку; поток данных — 0,8...1,2 Гбит/с (в перспективе — до 2...3 Гбит/с) и т. д. Закреплено практическое использование двух стандартов (строк/полей/формат сигналов) — 1125/60/2:1 и 1250/50/2:1.

В 1992 г. принято Приложение 11 к Рекомендации 709 по ТВЧ "Методы сокращения цифрового потока".

В апреле 1997 г. на собрании 11-й ИК в Женеве [4, 5] удалось принять общий формат изображения ТВВЧ (число отсчетов по горизонтали и по вертикали/формат сигналов) 1920x1080/2:1 с частотой выборки 74,25 МГц. Предусмотрено сохранение существующих наземных частотных каналов (концепция 6-7-8). Новая рекомендация примирила два соперничающих стандарта: ATSC (США) и DVB-T (Европа). Теперь они классифицируются как система "А" (модуляция 8-VSB — восьмиуровневая амплитудная с частично подавленной боковой полосой) и "В" (модуляция COFDM — см. ниже) соответственно. Приняты три системы многопрограммного телевидения, основанные на стандартах MPEG-2.

Однако до этих решений путь был нелегким — от аналоговых широкополосных спутниковых систем к цифровым узкополосным.

Японская фирма NHK еще в 1964 г. приступила к работе над ТВВЧ. В результате появилась первая в мире действующая цифро-аналоговая система MUSE (1125 строк, 60 полей, чересстрочная развертка) — это сокращение от multiple sub-Nyquist sampling encoding (кодирование с многократной субдискретизацией). С 1989 г. в Японии началось регулярное спутниковое телевещание, которое сейчас достигает девяти часов в день. Долгое время использование системы Hi-Vision — так еще называют японский проект ТВВЧ — ограничивалось лишь спутниковым вещанием [6]. Оно расширилось только после появления проигрывателей компакт-дисков. Ограничения в применении этой системы связаны с шириной спектра сигнала (27 или 24 МГц) и его интерференцией с сигналами действующего телевидения.

Хотя система MUSE постоянно совершенствуется (разработана система NarrowMUSE для наземного вещания с полосой частот 6 МГц), она по-прежнему имеет значительную интерференцию с сигналами NTSC.

Второй известный проект ТВВЧ, воплощенный в действующий, — европейская система HD-MAC (high-definition multiplexed analog components — телевидение высокой четкости с временным уплотнением аналоговых компонентных сигналов). Первый вариант системы был разработан в 1982 г. английской фирмой IBA [1].

Проект европейского ТВВЧ стал внедряться в связи с угрозой захвата японскими фирмами рынка спутникового вещания. Была даже принята директива европейского союза, в которой предписывалось к 1995 г. вместо системы PAL вести трансляции по системе HD-MAC. Но так как в директиве конкретно указывался интервал частот 11,7...12,5 ГГц,

осталась возможность использовать любой стандарт на более низких частотах. В условиях недостатка и дороговизны новых приемников вещательные компании воспользовались этим и погубили новую систему (сейчас только несколько спутниковых каналов применяют систему МАС).

Однако первым ударом по системе HD-MAC стала конвенция, принятая на Международной конференции в Амстердаме в июле 1992 г., где группа скандинавских фирм продемонстрировала цифровое ТВВЧ — HD-Divine [7].

Система HD-Divine (буквальный перевод — "божественное ТВВЧ", а на самом деле это — сокращение от Digital Video Narrow-band Emission — цифровое узкополосное вещание) была разработана группой фирм и вещательных компаний: Teracom, Swedish Television, Telia Reseach, Norwegian Telecom, Telecom Denmark, Digital Vision, Sentif.

Для уменьшения потока информации в системе применено кодирование видеосигнала в несколько этапов. Сначала выполняется компенсация движения с использованием методов дискретно-импульсной кодовой модуляции. Вектор движения формируется относительно предыдущего изображения для прямоугольников размерами 4x2 элемента. Далее применяют кодирование переменной длины. Наконец, дискретно-косинусное преобразование (DCT — ДКП) над блоком 8x8 элементов завершает процедуру. Более подробно об этом рассказано ниже.

Сигналы системы HD-Divine передают в полосе частот стандартного телевизионного радиоканала шириной 8 МГц с использованием COFDM (кодирование ортогональное частотное с разделением несущих). Каждая из 448 несущих модулируется способом 16-QAM (квадратурная модуляция с 16-ю значащими позициями амплитуды и фазы), шаг несущих — 15 625 Гц. Такой способ зарекомендовал себя с наилучшей стороны в условиях сложной эфирной обстановки Европы и сильных замираний. Спектр COFDM близок к прямоугольному, что повышает помехоустойчивость и эффективность использования частотного канала.

Демонстрация системы HD-Divine уничтожила последнюю надежду на поддержку цифро-аналоговой системы HD-MAC.

Следует отметить, что еще до 90-х годов технология полностью цифрового телевидения считалась делом далекого будущего. Однако в 1990 г. фирма GIC (General Instrument Corp.) продемонстрировала образец такой системы и заявила о разработке системы ТВВЧ (HDTV). Спустя три года Федеральная Комиссия Связи США, рассмотрев четыре проекта HDTV, рекомендовала объединить усилия и выработать единый стандарт цифрового ТВВЧ.

"Великий Альянс" собрал семь мировых лидеров: AT&T, GIC, MTI, Philips, David Sarnof Reseach Center, Thomson, Zenith. В октябре 1994 г. были приняты решения по ключевым подсистемам: пакетированная система передачи данных, стандарт Dolby AC-3 для звука, технология компрессирования видеосигнала MPEG-2, набор форматов развертки изображения, которые перечислены в **таблице** (П — прогрессивная и Ч — чересстрочная развертки).

| Формат развертки | Область применения |
|---|---|
| 720x1280, П, 60 кадров/с | Спортивные передачи, концерты, мультипликация, графика, записи NTSC, реклама |
| 720x1280, П, 24 или 30 кадров/с | Сложные сцены фильмов, графика, мультипликация |
| 1080x1920, Ч, 30 кадров/с | Сцены, снятые камерой с чересстрочной разверткой |
| 1080x1920, П, 24 или 30 кадров/с | Фильмы с наивысшей пространственной четкостью |

Главное технологическое достижение, позволившее создать новый цифровой стандарт ТВВЧ, обеспечила группа MPEG (Moving Picture Experts Group — Группа экспертов кино; встречаются и другие переводы, например: Институт техники движущихся изображений, Экспертная группа подвижного изображения) — международная организация, цель работы которой — выработка стандартов сжатия видеосигнала. Эта группа разработала стандарты MPEG-2 [8, 9], которые позволяют при сжатии спектра цифрового видеосигнала получить неизменно высокое качество от входа до выхода системы, значительное увеличение пропускной способности канала передачи, повышение функциональных возможностей системы, улучшение надежностных показателей аппаратуры.

Видеосигнал компрессируется более чем в 60 раз, что предоставляет возможность передавать по существующим телевизионным каналам сигнал цифрового ТВВЧ или 6—10 программ обычного телевидения, а также большое количество другой информации. Обеспечивается и совместимость с компьютерной техникой, так как использованы аналогичные алгоритмы.

Разработанная система цифрового ТВВЧ имеет такой уровень готовности, что в США планируется к 2006 г. полностью отказаться от аналогового телевидения.

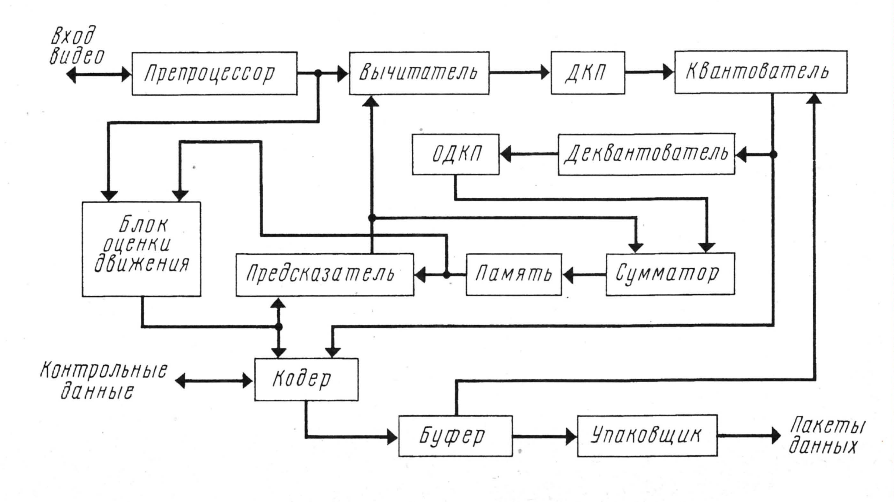
Стандарты MPEG-2 основаны на адаптивной обработке (согласованной с источником сигнала), уменьшении временной и пространственной избыточности, особенностях человеческого зрения и повышенной эффективности кодирования.

Структурная схема варианта кодера MPEG-2 показана на **рисунке.** Процесс адаптивной обработки начинается в препроцессоре. Цветовые сигналы R, G, B преобразуются в яркостный и цветоразностные сигналы. При этом появляется возможность использовать их высокую корреляцию. Далее цветоразностные сигналы проходят фильтр НЧ и прореживаются с фактором два по вертикали и горизонтали, что уменьшает поток информации в два раза, так как цветовое разрешение человеческого зрения существенно меньше, чем черно-белое.

Временную избыточность уменьшает блок оценки движения. Сигналы нового кадра, поступающие с препроцессора, сравниваются с хранимым в памяти кодера по макроблокам с размерами 16x16 элементов. Когда определяется подходящий макроблок, вырабатывается вектор, описывающий направление и дистанцию его движения. Информация о векторах и сведения из памяти поступают в предсказатель. В нем формируется видеосигнал предсказанной картинки, которая сравнивается в вычитателе с оригинальным кадром для получения сигнала разностного изображения.

Процесс уменьшения пространственной избыточности начинается с преобразования сигнала из временной в частотную область. Для этого выполняется ДКП над блоками 8x8 элементов разностной картинки. Результат ДКП — частотный спектр каждого блока. В отличие от полного телевизионного сигнала он существенно неравномерен. Чем меньше мелких деталей в блоке, тем меньше уровень высокочастотных компонент. С целью сжатия информации их отбрасывают. Более того, из-за малых размеров блока и наличия в реальных изображениях большого числа однотонных участков часто определенное значение имеет только компонента постоянного тока. Известно, что при типовом изображении 95 % энергии приходится на низкочастотные составляющие [1], их-то и нужно передавать.

С выхода преобразователя ДКП информация поступает на квантователь, где происходит ее округление и весовая обработка в соответствии с заложенной матрицей. После такой операции частотные составляющие с малой энергией исчезают. Точность квантования можно





E-mail: tv@paguo.ru
тел. 208-83-05

изменять, т. е. регулировать объем передаваемой информации (поэтому и наличие нескольких вариантов стандарта MPEG-2).

После квантователя сигналы проходят в кодер, который повышает эффективность передачи информации. С такой целью используют несколько приемов. Во-первых, коэффициенты блока ДКП считываются в определенном порядке: от низких к высоким частотам. Причем часто получаются длинные последовательности нулевых уровней.

Во-вторых, для сжатия применяют код переменной длины. Он как раз эффективен при большом числе повторяющихся знаков, так как в таком коде они передаются так: сначала указывают один нужный знак, а затем число его повторов.

В-третьих, используют неизбыточные коды, основанные на статистике сообщений: символы, частота появления которых выше, кодируют меньшим числом двоичных знаков. В стандартах MPEG-2 применен код Хаффмена.

На выходе кодера поток битов имеет непостоянную скорость. Для его согласования с емкостью канала передачи включен буфер. В зависимости от его заполненности вырабатывается сигнал управления точностью квантования и, следовательно, поддерживается постоянная скорость передачи цифрового потока.

Для формирования сигнала точной предсказанной картинки необходимо в памяти кодера иметь копию передаваемого изображения с учетом всех искажений, возникающих при кодировании. Поэтому в кодер введена петля компенсации движения, состоящая из деквантователя, блока обратного ДКП (ОДКП) и сумматора. Фактически эта часть устройства представляет собой декодер.

В описанном алгоритме для предсказания сигнала текущего (настоящего) изображения применены сигналы предыдущего (прошлого) кадра, поступающие с видеоисточника. Но в некоторых случаях лучше использовать сигналы кадра, следующего за предсказуемым (будущего), или обоих (прошлого и будущего). Примером может служить ситуация мгновенной смены картинки, например, при переключении на другую камеру. При этом настоящий кадр лучше коррелирован с будущим, чем с прошлым.

В стандарте MPEG-2 определены три типа кадров: первый — совершенно новая картинка, называемая I-кадром (от intra — внутреннее); второй — изображение, предсказанное по прошлому кадру и называемое Р-кадром (от predicted — предсказанный) и третий — картинка, предсказанная по прошлому и будущему кадрам, называемая В-кадром (от bi-directional — двунаправленный). Однако использование В-кадра требует дополнительной памяти на кадр в приемнике. Сложность системы по третьему типу предсказания приводит к изменению последовательности передаваемых кадров: прежде чем передать В-кадр, необходимо передать как прошлый, так и будущий.

Рассмотренная система предсказания, применяемая для прогрессивной развертки изображения, изменяется при переходе на чересстрочную. Два передаваемых одно за другим поля соответствуют различным моментам времени. При быстрой смене изображения они могут сильно отличаться. Поэтому предусмотрен режим компенсации движения по полям. Кроме того, имеется основной дуальный режим только для видеосигналов с чересстрочной разверткой, когда В-кадр не используется. В этом режиме векторы движения, определенные в одном поле, работают и во втором.

Система компенсации движения требует обновления изображения, так как при первом включении телевизора, переключении на другой канал и потере сигнала кадр, хранимый в памяти декодера, отличается от передаваемого. Поэтому необходимо периодически передавать не разностную, а новую картинку. Предусмотрены два способа обновления. При использовании I-кадров периодически вместо коэффициентов ДКП разностной картинки передают реальные коэффициенты ДКП нового кадра. В способе прогрессивного обновления коэффициенты ДКП группы блоков новой картинки периодически передают на месте коэффициентов того же макроблока разностной картинки.

Цифровое телевидение предполагает и идеальное звуковое сопровождение. Его обеспечивает цифровая система компрессирования Dolby AC-3. С 1991 г. ее применяют в киноаппаратуре. Шесть каналов звукового сопровождения (левый и правый тыл, левый и правый фронт, центр, низкие частоты — такую схему обозначают "канал 5.1") кодируют в поток информации. При частоте дискретизации 48 кГц и 18 битах на отсчет необходимая пропускная способность канала для передачи некомпрессированного звука достигает 48000x18x6=5,18 Мбит/с. По протоколу для передачи звука предусмотрен канал с пропускной способностью 384 кбит/с. Следовательно, требуемый коэффициент сжатия равен 13. Он обеспечивается спектральным анализом звуковых сигналов и удалением частотных компонент, не слышимых человеком.

Достоинством такой системы следует назвать неизменность уровня сигнала при переходе с канала на канал или от одного фрагмента к другому. Для аналогового телевидения характерны скачки громкости звука в таких ситуациях. По качеству новая система превосходит современное вещательное телевидение и стандарт VHS-Hi-Fi.

Система HDTV по своим возможностям во многом обязана пакетированной технологии передачи данных различных служб. Помимо видео- и звукового сигналов можно передавать любую дополнительную информацию, сообщения об услугах и т. д. Стандарт MPEG-2 предусматривает использование пакетов длиной 188 байт. Первые четыре байта составляют заголовок, содержащий сведения о синхронизации, типе информации, защите и др. Каждый пакет содержит информацию одного типа, например видеосигнал. Поэтому ее легко изменять. Пакетная передача хороша для наземного вещания, где высок уровень шумов

***СЛОВАРЬ АББРЕВИАТУР***

***ATSC*** *— Advanced Television Systems Committee (USA) — система стандартов цифрового цветного телевизионного вещания, в том числе высокой четкости, внедряемая в США с конца 1996 г. в сетях наземного и кабельного телевидения. Способ модуляции 8-VSB—Eight-vestigial sideband, используемый в системе ATSC, при многолучевом эфирном приеме обладает не очень высокой помехоустойчивостью.*

***DVB*** *— Digital Video Broadcasting — набор стандартов цифрового цветного телевизионного вещания, в том числе высокой четкости, внедряемый в европейских странах. В сетях наземного телевидения получил название DVB-T—Terrestrial. Великобритания начала цифровое вещание по этой системе в конце 1998 г. В системе DVB применен сравнительно новый способ модуляции COFDM, обладающий высокой надежностью и эффективностью при многолучевом распространении радиоволн, типичном для наземного вещания.*

***COFDM*** *— Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing — сочетание канального кодирования (аббр. С) с ортогональным частотным мультиплексированием (OFDM) — система цифровой передачи в европейском стандарте эфирного телевидения. В ней для модулирования сигнала одновременно используется большое число ортогональных несущих: в стандартном для России телевизионном радиоканале 8 МГц при режиме модуляции 2К их — 1705, а при режиме 8К — 6817 в зависимости от рабочих интервалов информационных символов (224 и 896 мкс соответственно). Хотя спектры соседних несущих взаимно перекрываются, ортогональность обеспечивает отсутствие взаимных помех и высокую эффективность использования радиоканала при защитном интервале от соседнего 0,39 МГц. Предусмотрены следующие виды модуляции несущих: квадратурная фазовая (4-FM или QPSK — Quadrature Phase Shift Keying), 16- или 64-уровневая квадратурная амплитудная (16-QAM или 64-QAM). Дальнейшее канальное (внешнее и внутреннее) кодирование использовано для повышения помехоустойчивости системы.*

***DCT*** *— Discrete Cosine Transformation — дискретно-косинусное преобразование (ДКП) — система внутрикадровой компрессии в стандартах MPEG-2. Кадр предварительно разбивается на квадратные блоки размерами 8x8 или 16x16 элементов. Затем каждый блок подвергается ДКП, в результате которого исходная матрица блоков преобразуется в матрицу частотных коэффициентов. Каждый коэффициент характеризует амплитуду определенной частотной составляющей кадра, причем коэффициенты в матрице располагаются по возрастанию частот в вертикальном и горизонтальном направлениях. Следовательно, матрица ДКП представляет собой двумерный частотный спектр кадра изображения, причем основная энергия концентрируется около нулевых частот. Коэффициенты, не превышающие некоторого порогового значения, не передают, что и приводит к желаемой компрессии и почти не сказывается на качестве изображения.*

***MPEG-2*** *— ряд совместимых стандартов цифровой компрессии видеосигналов. В пределах MPEG-2 существует пять уровней разрешения изображения и пять профилей, которым соответствует пять наборов функциональных операций по компрессии видеосигналов. Наиболее распространенный — стандарт сжатия для основного уровня разрешения (кадр состоит из 576 активных строк и 720 отсчетов в строке) в сочетании с основным профилем (компенсация движения с предсказанием по двум направлениям и ДКП).*

и возможна потеря информации. Фиксированная длина пакета позволяет выявить блоки, не восстановленные устройством коррекции ошибок. Декодер при этом маскирует выпавшие интервалы.

Для передачи в эфир в сигнал вносят некоторые изменения. Байт синхронизации заменяют новым. Информация, поступающая с кодера, подвергается псевдослучайному скремблированию (шифрованию) для получения равномерного спектра сигнала. Дело в том, что при передаче неизменной информации возрастает интерференция сигналов HDTV с сигналами существующего телевидения. Сигнал же с равномерным спектром менее заметен. Последняя его обработка — добавление к 188 байтам информации 16 байтов кода Рида-Соломона для коррекции ошибок, вносимых каналом передачи.

Конечно, цифровое ТВВЧ не идеально. Компрессия приводит к потере части информации, но многочисленные эксперименты показали, что это практически незаметно. Качество же изображения получается очень высоким. Эффективность компрессирования позволяет применять новый стандарт как для спутникового, так и для наземного вещания, кабельных сетей и видеозаписи без изменений в сложившемся распределении частотного диапазона. Переходить к нему можно с продолжением параллельного использования имеющейся аппаратуры.

В настоящее время положительно решен вопрос и об универсальном мировом стандарте цифрового телевизионного вещания. Идет широкое внедрение технологий на базе стандартов MPEG-2.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Новаковский С. В., Котельников А. В.** Новые системы телевидения. Цифровые методы обработки видеосигналов. — М.: Радио и связь, 1992.

2. **Кривошеев М. И.** Международные тенденции в телевидении высокой четкости. — Техника кино и телевидения, 1991, № 2, с. 10.

3. **Кривошеев М. И., Хлебородов В. А.** Пакет проектов новых рекомендаций МККР по телевидению. — Техника кино и телевидения, 1992, № 5, с. 62; № 6, с. 62.

4. **Быков В. В.** Новые стандарты на цифровое телевизионное вещание и телевидение высокой четкости. — Техника кино и телевидения, 1997, № 11, с. 45.

5. **Кривошеев М. И.** Новый подход к ТВ вещанию на базе многоцелевого цифрового интерактивного контейнера. — Электросвязь, 1997, № 12, с. 10.

6. **Носов О. Г.** Курс Японии на развитие ТВЧ пока неясен. — Техника кино и телевидения, 1994, № 9, с. 8.

7. **Красносельский И. Н.** HD-Divine: система ТВЧ для наземного цифрового вещания. — Электросвязь, 1994, № 4, с. 27.

8. **Самойлов Ф. В.** Методы сжатия спектра цифровых видеосигналов. — Техника кино и телевидения, 1995, № 6, с. 20.

9. **Быков В. В., Биркмайер С.** Основные положения кодирования видеосигнала по стандарту MPEG-2. — Техника кино и телевидения, 1996, № 12, с. 20.

# НОВЫЕ ТЕЛЕВИЗОРЫ "РУБИН"

***И. ФЕДОСЕНЯ, В. ПРОКОПЕНКО, г. Москва***

Система управления телевизоров построена на микроконтроллере, что обеспечило простоту ее построения, высокую надежность и большие функциональные возможности. Микроконтроллер содержит стандартный набор устройств, присущих современным компьютерам и объединенных в общий корпус: центральный процессор, память программ, память данных, порты ввода-вывода, тактовый генератор.

В телевизорах моделей "РУБИН-37М04-1", "РУБИН-51М04-1" и "РУБИН-54М04-1" использован микроконтроллер управления INA84C641NS-168 (D402), обеспечивающий вывод информации на экран на русском языке, или его аналог PCA84C641/68 фирмы PHILIPS. Вместо них могут быть применены микроконтроллеры PCA84C640/19 или PCA84C640/30 этой же фирмы. Модели телевизоров с такими микроконтроллерами называют "РУБИН—37М04", "РУБИН—51М04" и "РУБИН—54М04". Они отличаются только видом и положением символов индикации, отображаемых на экране.

Схемы включения микросхем INA84C641NS-168 (PCA84C641/68) и модификаций PCA84C640 различны и отличаются наличием или отсутствием ряда элементов и перемычек, что предусмотрено конструкцией печатной платы. На принципиальной схеме (рис. 2) положение перемычек показано для микроконтроллера INA84C641NS-168 (PCA84C641/68). При использовании модификаций PCA84C640 необходимо установить или удалить элементы и перемычки в соответствии с таблицей на принципиальной схеме. Далее рассмотрена работа системы управления на микроконтроллере INA84C641NS-168 (PCA84C641/68), а для применения микроконтроллеров серии PCA84C640 будут даны необходимые пояснения.

Микроконтроллер обеспечивает все функции управления телевизором: прием, декодирование и выполнение команд с пульта ДУ, автоматический поиск телевизионных программ, управление записью параметров настройки в энергонезависимую память (D401), обработку сигналов с детектора устройства АПЧГ и т. д. Кроме того, на экран телевизора выводится информация о выполняемой функции управления.

Микросхема D402 имеет выходы управления аналоговыми регулировками яркости (вывод 3), контрастности (5), насыщенности (4), громкости (2) и четкости (6). На каждом из них формируются импульсы с фиксированной частотой следования и амплитудой около 5 В. Длительность импульсов связана с положением соответствующей регулировки. Максимальному ее уровню соответствует максимальная длительность импульсов. Для получения постоянного напряжения управления включены фильтры: R426C418 — для регулировки яркости, R424C112 — контрастности, R425C416 — насыщенности, R439C305 — громкости и R444C122 — четкости. Применение в каналах управления микроконтроллера шестиразрядных ЦАП обеспечивает 64 градации регулировки каждого параметра.

Вывод 1 микроконтроллера D402 служит выходом 14-разрядного ЦАП, который формирует импульсное напряжение для настройки селектора каналов (фиксированной частоты и переменной скважности с амплитудой около +5 В). Так как для полного перекрытия в каждом поддиапазоне селектора необходимо изменение напряжения от 0,5 до 27 В, включен дополнительный каскад на транзисторе VT407. Импульсное напряжение с вывода 1 микроконтроллера через делитель R422R427 поступает на базу транзистора. На резистор R433 его коллекторной нагрузки подано высокостабильное напряжение +31 В со стабилитрона VD101. Следовательно, на коллекторе транзистора получаются импульсы напряжения постоянной частоты и изменяющейся при перестройке селектора скважности напряжением около 27 В. Сглаживающая цепь R432C415R431C413 выделяет среднее значение этого напряжения, которое приходит на вход управления селектора каналов. Резистор R428 ограничивает максимальное значение напряжения настройки уровнем +27 В. Стабилизатор на стабилитроне VD101 питается от напряжения +115 В блока питания через фильтр R436C110.

Импульсный усилитель на транзисторе VT407 вносит некоторую температурную нестабильность в формируемое напряжение настройки из-за того, что ширина выходных импульсов зависит от времени включения и выключения транзистора, которое, в свою очередь, определяется окружающей температурой. Для уменьшения ее влияния в каскаде применен быстродействующий транзистор PH2369 фирмы PHILIPS, имеющий время переключения около 20 нс.

Частота тактового генератора микроконтроллера стабилизирована кварцевым резонатором ZQ400 частотой 10 МГц, подключенным к выводам 31 и 32. Еще один внутренний генератор, тактирующий выведение на экран телевизора сообщений о регулировках ("картинок"), имеет времязадающую цепь L401C405C406, подсоединенную к выводам 28 и 29 микросхемы. В варианте с модификациями PCA84C640 цепь образована элементами R450, C406, R409 и подключена к выводу 28.

Через выводы 39 и 40 микроконтроллера D402 по двухпроводной цифровой шине $I^2C$ (SDA — линия данных и SCL — линия синхронизации) записываются параметры настройки телевизора в энергонезависимую память DA401 и читается из нее записанная ранее информация. При использовании микросхемы памяти PCF8582A требуется установка цепи R451C407. Можно применить также микросхему PCF8582E, для которой эта цепь не нужна.

Сигналы ИК лучей, посылаемые пультом ДУ, принимает фотоприемник DA400

***Окончание. Начало см. в "Радио", 2000, № 3—5***





E-mail: consume@paguo.ru
тел. 208-83-05

(SFH-506-36 фирмы SIEMENS или TFMS-5360 фирмы TEMIC). С его выхода (вывод 3) они поступают на вывод 35 микроконтроллера DA402. Выход фотоприемника выполнен с открытым коллектором, поэтому его нагрузкой служит резистор R401. На него подано напряжение питания +5 В через фильтр R402C401. Потребляемый фотоприемником ток равен около 3 мА.

На элементах R403, C402, VD403, подключенных к выводу 33 микроконтроллера, собрана цепь сброса, происходящего при включении телевизора в сеть. К этому же выводу через резистор R404 подсоединена кнопка SW9, которой телевизор переключают в дежурный режим.

Для синхронизации работы генератора "картинок" с частотами разверток микросхема D402 имеет два входа синхронизации: выводы 26 (строчный) и 27 (кадровый), на которые через ограничительные резисторы R414 и R415 поданы сигналы строчной и кадровой частот соответственно.

Сигналы с генератора "картинок" через выводы 22—24 микроконтроллера проходят на соответствующие выходные видеоусилители через цепи VD411R411, VD412R412, VD413R413. Для того чтобы выходы сигналов "картинок" не шунтировались низким выходным сопротивлением выходов R, G, B процессора DA100, с вывода 25 микроконтроллера через резистор R410 и эмиттерный повторитель на транзисторе VT105 на вывод 21 процессора приходит сигнал, выключающий его выходы R, G, B на время прохождения сигналов "картинок".

Микросхема D402 имеет вход (вывод 9) аналогового сигнала АПЧГ, поступающего с детектора устройства АПЧГ видеопроцессора DA100. При напряжении на нем в интервале от +2 до +3 В микроконтроллер никак на это не реагирует. Такому напряжению соответствует точная настройка селектора телевизора на принимаемый канал. В зависимости от того, за нижнюю или верхнюю границу интервала уходит входное напряжение, микроконтроллер увеличивает или уменьшает напряжение настройки селектора, изменяя скважность импульсов на своем выводе 1. Процесс продолжается до тех пор, пока напряжение на входе вновь не окажется в пределах 2...3 В. О работе детектора устройства АПЧГ в процессоре DA100 было рассказано раньше. Вход АПЧГ имеет и другие пороговые значения входных напряжений, которые микроконтроллер использует в процессе автопоиска программ. Для того чтобы автоматическая настройка проходила нормально, полный интервал изменения входного напряжения на этом входе при перестройке телевизора должен находиться в пределах от 0 до +5 В.

Вход сигнала идентификации приема телевизионной станции в микроконтроллере D402 — вывод 34 (для модификаций PCA84C640 — вывод 29). Если телевизор принимает эфирный сигнал, то на вход через ограничительный резистор R116 поступает напряжение высокого уровня с вывода 4 процессора DA100. Если сигнал пропадает (например, по окончании передачи), напряжение идентификации переключается на низкий уровень. Микроконтроллер включает при этом внутренний счетчик времени на 5 мин, после которого он переключит телевизор в дежурный режим. Кроме того, этот вход используется в режиме автопоиска программ для управления скоростью перестройки. Появление сигнала идентификации при приближении к станции вызывает замедление скорости перестройки, что предотвращает ее проскакивание.

Микроконтроллер снабжен местной клавиатурой SW1—SW8, подключенной к его выводам 13—20 и позволяющей управлять основными функциями телевизора без пульта ДУ.

Диоды VD401, VD402, VD404—VD406 и VD408 определяют конфигурацию микроконтроллера (и, следовательно, его функциональные возможности: скорость настройки, число аналоговых выходов и др.) при включении телевизора или после сброса кнопкой SW9. Диоды VD402 и VD408 включены всегда. С контроллером PCA84C641 устанавливают еще и диоды VD404—VD406, а с контроллером PCA84C640 — только VD401.

Вывод 41 микросхемы D402 — выход управления включением телевизора. Сигнал высокого (около +5 В) уровня на нем через транзистор VT401 выключает стабилизатор напряжения +12 В в микросхеме D801 и переводит телевизор в дежурный режим. После поступления соответствующей команды (например, с ПДУ) на выводе 41 появляется уровень 0, транзистор VT401 закрывается, в результате чего телевизор переходит в рабочий режим.

На выводах 7 и 8 микроконтроллера формируется код принимаемого частотного поддиапазона. Соответствие уровней напряжения 0 или 1 (+5 В) на них принимаемым поддиапазонам для микроконтроллеров INA84C641NC, PCA84C641/68 и модификаций PCA84C640 (для последних — в скобках) показано в **таблице.**

| Вывод | Уровень для включения поддиапазона | | |
|---|---|---|---|
| | МВ1—I-II | МВ2—III | ДМВ—IV-V |
| 7 | 0(1) | 1(0) | 0(0) |
| 8 | 0(0) | 0(1) | 1(0) |

Для обеспечения необходимых для селектора каналов напряжений коммутации поддиапазонов (+12 В или 0) служит усилитель-дешифратор на транзисторах VT402—VT406 и диодах VD415—VD417. Он преобразует код на выводах 7 и 8 микросхемы D402 в напряжение +12 В на одном из выводов коммутации поддиапазонов селектора каналов. Падение напряжения на транзисторах VT402—VT404 находится в пределах 0,2...0,5 В. Ток, потребляемый селектором по выводам коммутации, не превышает 10 мА.

В телевизорах, в которых использован селектор каналов KS-H-131O (напряжение питания +5 В), эмиттеры транзисторов VT402—VT404 подключены к источнику напряжения +5 В через транзисторный ключ VT408, который управляется через резистор R419 от источника напряжения +12 В. При этом в дежурном режиме работы телевизора, когда напряжение +12 В выключено, ключ VT408 закрыт и питание на селектор каналов не поступает. ■

Конструктивно усилитель мощности выполнен в металлическом корпусе, разделенном на несколько отсеков. Элементы расположены в основном на печатных платах. Помимо плат усилителей мощности, смонтированных на боковых стенках-радиаторах, в корпусе установлены платы выходных фильтров, платы реле защиты нагрузки, плата автоматики. Плата со светодиодами HL1—HL4 индикации искажений и срабатывания защиты и кнопкой SB1 сброса триггера защиты (см. схему на **рис. 19**) вынесена на переднюю панель усилителя. Все платы соединены между собой через разъемы серии IDC и плоские кабели с числом проводников 14 и 26. Паяные соединения использованы только в сигнальных цепях и сильноточных цепях питания.

Трансформаторы питания (T1, T2) закреплены непосредственно на шасси усилителя в одном из экранированных отсеков. Оптотиристоры VS1 и VS2 установлены через изолирующую прокладку на пластинчатом теплоотводе площадью около 100 см$^2$, который расположен в том же отсеке, что и трансформаторы. Он изолирован и от корпуса усилителя. Для подавления искрообразования на контактах выключателя сети параллельно контактам дополнительно введены последовательные RC-цепочки (0,022 мкФ, 240 Ом).

Входные цепи усилителя имеют дополнительную экранировку. Для повышения помехозащищенности усилителя в его входных и выходных цепях предусмотрены синфазные трансформаторы (T1, T4—T7 на рис. 19). Синфазные трансформаторы T1 в каждом канале должны быть выполнены на крупногабаритных (диаметром 40...80 мм) кольцах из феррита с магнитной проницаемостью не менее 1000 и площадью сечения не менее 1 см$^2$. Число витков обмоток из четырех вместе сложенных проводов — в пределах 10—15, причем сильноточные проводники должны иметь сечение не менее 1,5 мм$^2$. Обмотки для цепи ОС проще всего выполнить из провода МГТФ-0,12. Синфазные трансформаторы T4—T7 могут быть выполнены проводом МГТФ-0,07 на кольцах из феррита K17×8×5 или аналогичных, число витков — около 20 (намотка до заполнения окна). Для демпфирования паразитных резонансов введены также резисторы R47—R50. Изменена также конструкция перемычек S2 и S3 (см. рис. 4 в "Радио", № 11 за 1999 г.) — они сведены в единую шестиконтактную группу. Для включения усилителя в четырехпроводный режим замыкают контакты 3 и 5, 4 и 6, в двухпроводном режиме — 1 и 3, 2 и 4.

## НАСТРОЙКА УСИЛИТЕЛЯ

Описанный усилитель имеет большое количество активных элементов с непосредственной связью, поэтому в любительских условиях настраивать его целесообразно поэтапно.

Для настройки необходимо следующее оборудование: осциллограф с полосой пропускания минимум 20 МГц (лучше — 150...250 МГц) и чувствительностью не хуже 5 мВ на деление (напри-

# СВЕРХЛИНЕЙНЫЙ УМЗЧ С ГЛУБОКОЙ ООС

*С. АГЕЕВ, г. Москва*

мер, С1-64, С1-65, С1-70, С1-91, С1-97, С1-99, С1-114, С1-122), генератор прямоугольных импульсов амплитудой 3...10 В с частотой повторения 10...250 кГц и длительностью фронта не более 15 нс, генератор синусоидального сигнала с амплитудой до 5 В и верхней границей частотного диапазона не менее 1 МГц (лучше до 10...20 МГц, например, Г3-112). Коэффициент гармоник этого генератора не имеет значения. Кроме этого, потребуются цифровой или стрелочный мультиметр, а также два проволочных резистора сопротивлением 3,9...10 Ом на мощность рассеивания не менее 25 Вт (они включаются в шины питания при проверке работоспособности). Разумеется, необходим и эквивалент нагрузки.

Генератор импульсов можно собрать на элементах быстродействующих микросхем КМОП, например, серий КР1564, КР1554, КР1594, 74АНС, 74АС, 74АСТ, лучше всего использовать триггер Шмитта из микросхем ТЛ2 (или аналогичных). Собственно генератор (мультивибратор) может быть собран по любой из известных схем, но для формирования крутых фронтов его сигнал нужно пропустить через несколько последовательно включенных логических элементов.

Для проверки каскадов усилителя на отсутствие вспышек самовозбуждения на ВЧ нужен осциллограф с полосой пропускания не менее 250 МГц (С1-75, С1-104, С1-108), при его отсутствии можно попробовать обойтись вольтметром с детекторной головкой, имеющей полосу не менее 250 МГц (ВК7-9, ВК7-15).

Если есть желание оценить величину и характер нелинейных искажений, вносимых усилителем, потребуются генератор синусоидального сигнала с малыми шумами и искажениями (Г3-102, Г3-118, ГС-50), укомплектованный режекторным фильтром, а также высокочувствительный (не хуже 100 мкВ на деление) осциллограф для наблюдения остаточного сигнала. Полезен также анализатор спектра с динамическим диапазоном не менее 80 дБ (СК4-56).

Нелишне напомнить, что при всех перепайках в усилителе его необходимо отключать от сети.

В первую очередь проверке подлежит блок питания и автоматики. Как уже говорилось в предыдущей части, в него введена возможность выбора источника сигнала для индикации искажений. С этой целью используется контактная группа S1 (рис. 19). Установка перемычек между контактами 1 и 3, 2 и 4 соответствует индикации искажений собственно УМ, а между контактами 3 и 5, 4 и 6 — индикации срабатывания "мягкого" ограничителя.

Сначала необходимо проверить значения стабилизированных напряжений (они должны быть в пределах от ±16...17,2 В), амплитуду пульсаций (размах не более 1 мВ) и отсутствие самовозбуждения стабилизаторов DA5—DA8 при нагрузке примерно 100 мА (резистор 160 Ом мощностью 2 Вт). Пульсации и возможную генерацию проверяют осциллографом при "закрытом" входе.

Затем проверяют блок автоматики. Для этого временно выводы 7 и 8 (или 4 и 11) DA3 и DA4 соединяют перемычками из монтажного провода (МГТФ-0,07 и т.п.) с общим проводом. Далее, включив питание блока автоматики, проверяют прохождение импульса сброса на вывод 6 DD3, наличие импульсов на выводах 12 и 8 DD3 и прохождение последовательности включения оптотиристоров и реле (см. рис. 7 в "Радио", № 12 за 1999 г.). Заметим, что в связи с увеличением суммарного тока покоя усилителя количество "пусковых" резисторов (R11, R12) увеличено до 3, а номинал их снижен до 100—120 Ом. Для проверки узлов диагностики на компараторах DA3, DA4 снимают соединение их входов с общим проводом. После снятия соответствующей перемычки с выводов DA3 на его входе за счет входных токов появляется сигнал и включаются светодиоды HL1 или HL2 (плата У5, см. рис. 19), исключение любой из двух перемычек с выводов DA4 должно спустя несколько секунд привести к выключению реле и оптотиристоров.

По окончании проверки удаляют все перемычки с DA3 и DA4. Нелишне также проверить правильность маркировки выводов трансформатора Т1 — неправильное подключение обмоток может иметь далеко идущие последствия, вплоть до выхода из строя мощных транзисторов и "салюта" из батареи оксидных конденсаторов.

После проверки блока питания и автоматики можно приступать к наладке собственно усилителя (естественно, отдельно каждого канала).

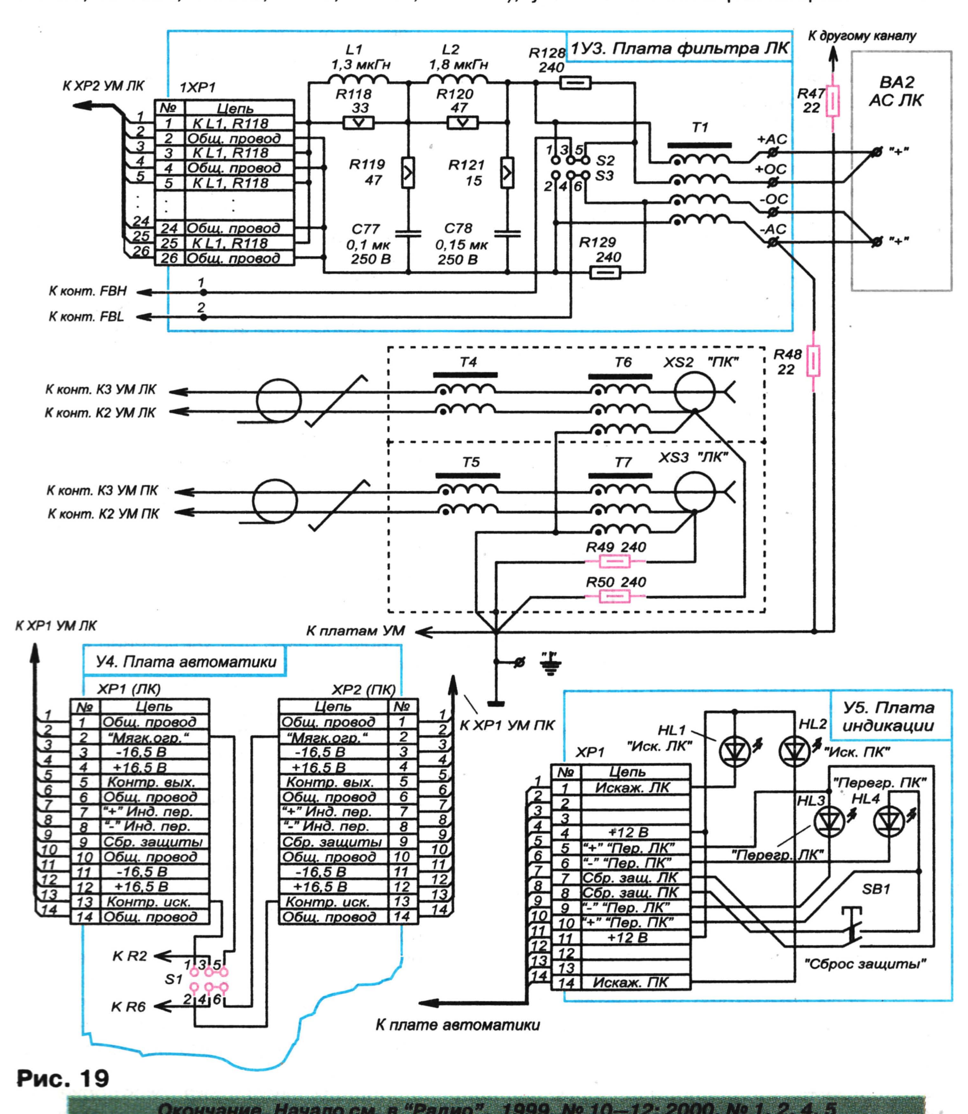



Рис. 19

Окончание. Начало см. в "Радио", 1999, № 10—12; 2000, № 1, 2, 4, 5



E-mail: audio@radio.ru тел. 208-83-05

Прежде всего движок подстроечного резистора R60 нужно установить в положение, соответствующее максимальному его сопротивлению (до упора против часовой стрелки). Для разрыва петли ООС при проверке выходных каскадов усилителя временно выпаивают R33. Чтобы при настройке исключить влияние "мягкого" ограничителя, сопротивление резисторов R16, R17 нужно уменьшить до 56...62 кОм. И еще нужно запастись одним многооборотным переменным или подстроечным резистором на номинал 10—22 кОм и одним обычным (однооборотным) переменным или подстроечным резистором — на 10 кОм. Никаких перемычек в контактной группе S1 при наладке усилителя стоять не должно.

Первый этап — оценка работоспособности каскадов на VT5—VT43. Сначала проверяют режимы по постоянному току и исправность узла защиты. Для этого к общему проводу перемычкой подключают выводы базы транзисторов VT5, VT7, используя при этом отверстие от выпаянного вывода R33 (базы VT5, VT7 соединены на плате); затем замыкают на общий провод цепи питания ±40 В и подключают к разъему XP1 блок питания и автоматики, а к XP4 — обмотку трансформатора, обеспечивающую питание ±53 В (крайние контакты). При этом обмотки для выпрямителя ±40 В должны быть ОТКЛЮЧЕНЫ от XP4. Выходную RLC-цепь и нагрузку пока не подключают.

После этого включают блок питания и проверяют режимы по постоянному току транзисторов VT13, VT14. Напряжение питания каскада (его удобно измерять на выводах резисторов R72 и R75 соответственно) должно быть ±52...55 В или на 12...15 В выше, чем фактическое напряжение питания выходного каскада. Напряжение на стабилитронах VD23 и VD24 должно составлять примерно 3 В, на резисторах R59 и R63 — примерно по 2,4 В, на R44 и R38 — около 15 В. Напряжение на коллекторах VT13, VT14 относительно общего провода не должно превышать 1 В. При измерениях необходимо соблюдать осторожность во избежание случайных замыканий проверяемых цепей с общим проводом щупом прибора (предпочтительны платы с изолирующим покрытием — "зеленкой"). Транзисторы VT9—VT12, VT44, VT45 после включения питания должны оставаться закрытыми.

Чтобы проверить порог срабатывания защиты, между базой VT44 и проводом питания +53 В подключают переменный резистор сопротивлением 10 кОм, движок которого соединен с одним из выводов через ограничительный резистор (1—1,5 кОм) и установлен в положение максимального сопротивления. Далее, включив питание, медленно поворачивают движок резистора до срабатывания триггера защиты и включения светодиода HL3 (или HL4) на плате индикации, присоединенного параллельно VD22 на соответствующей плате усилителя.

Затем замеряют напряжение между выходом усилителя и базой транзистора VT44: значение в интервале 1,7... 2,2 В считается нормальным. Далее пробуют сбросить триггер защиты кнопкой SB1 (на плате индикации, см. рис. 19), при этом сброса происходить не должно. После этого выключают питание, отпаивают переменный резистор и замеряют его сопротивление между крайними выводами. При напряжении питания ±53 В оно должно быть около 5 кОм.

Далее аналогичным образом проверяют порог переключения VT45, с той лишь разницей, что для подключения резисторов используется цепь питания –53 В. Пороги срабатывания защиты должны быть примерно одинаковыми. Необходимо также проконтролировать падение напряжения на стабилитронах VD23 и VD24 после срабатывания защиты — оно не должно превышать 0,4 В.

После этого проверяют прохождение сигнала через ОУ DA1. Постоянная составляющая на выходе DA1 не должна превышать 25 мВ, а при касании рукой выводов конденсатора C1 на выходе DA1 должен появляться сигнал помех и наводок с частотой сети. При необходимости можно воспользоваться генератором для контроля прохождения сигнала и оценки АЧХ фильтра (частота среза по уровню –3 дБ должна составлять примерно 48 кГц). На частоте 1 кГц его коэффициент передачи равен 2.

Следующий этап — проверка работоспособности и установка тока покоя каскадов на транзисторах VT5—VT8, VT13—VT43.

Для этого потребуется генератор синусоидального сигнала, осциллограф (лучше двухканальный), мультиметр, способный измерять постоянное напряжение 80...100 мВ с погрешностью не более 5 мВ, и упоминавшийся ранее многооборотный переменный резистор. Проверка состоит в следующем. Базы VT5 и VT7 теперь отсоединяют от общего провода и подключают к движку многооборотного резистора, два других вывода резистора подключают к шинам +16,5 и –16,5 В. Устранив на плате ранее сделанные соединения цепей ±40 В с общим проводом, выводы обмотки трансформатора, предназначенной для питания выходного каскада, подключают к соответствующим контактам XP4 (контакты 2, 3 и 6, 7) через резисторы сопротивлением 3,9—10 Ом и мощностью не менее 25 Вт. Чтобы случайно не обжечься, каждый резистор полезно положить в отдельный стакан с водой.

Включив питание, проверяют наличие и симметрию выпрямленного напряжения на шинах питания ±40 В (оно может быть в пределах 9...25 В), а также напряжение между коллектором и эмиттером VT15. Если оно превышает 4,5 В, необходимо сразу же выключить питание и увеличить сопротивление R61.

Далее подключают вольтметр к коллектору VT14 и снова включают питание. Вращая движок многооборотного переменного резистора, устанавливают на коллекторе VT14 напряжение –2,5...–3,5 В относительно общего провода. При этом напряжение на базах VT5 и VT7 не должно выйти за пределы ±1 В. Асимметрию устраняют подбором в небольших пределах резистора R59, стабилитрона VD23 (при отклонении в "плюс") или R63, VD24 (при отклонении в "минус"). Если симметрию не удается установить или требуемое для балансировки напряжение на базах VT5, VT7 превышает 3...4 В, необходимо проверить монтаж и заменить неисправные элементы. Косвенными признаками неисправности могут служить чрезмерный разогрев резисторов или транзисторов.

Достигнув симметрии в усилителе напряжения, приступают к установке тока покоя выходного каскада. Эту процедуру также лучше делать в несколько приемов. В первую очередь, включив питание, проверяют напряжение между базами транзисторов VT20—VT23 и VT24—VT27. Если оно более 2,5 В — скорее всего, пробит какой-то из транзисторов VT20—VT27. Затем проверяют напряжения на переходах база—эмиттер VT16, VT18 и VT17, VT19 — они должны быть смещены в прямом направлении. Далее проверяют отсутствие обратного смещения на переходах база—эмиттер VT20—VT23 и VT24—VT27. После этого, осторожно вращая движок R60 по часовой стрелке, устанавливают напряжение между базами транзисторов VT20—VT23 и VT24—VT27 в пределах 2,2...2,3 В. Выходные транзисторы при этом останутся в режиме класса B.

После этого проверяют работоспособность выходного каскада. Синусоидальный сигнал от генератора подают на базы VT5, VT7 через разделительный конденсатор емкостью не менее 0,33 мкФ (можно керамический), а "открытый" вход осциллографа подключают к шине, соединяющей эмиттерные резисторы выходного каскада (R94—R108). Для подключения удобно использовать разъем XP2, на контакты которого при наладке устанавливают перемычку, замыкающую между собой все контакты.

При использовании двухканального осциллографа второй канал удобно подключить к базам VT5, VT7. После включения питания проверяют постоянное напряжение на выходе усилителя — оно должно установиться в пределах ±4 В, в противном случае нужно подстроить многооборотный резистор, задающий напряжение на базах VT5, VT7.

Установив частоту генератора, равную 10 кГц, и плавно увеличивая уровень его выходного сигнала до 0,2...0,5 В, наблюдают ограничение выходного сигнала усилителя. Вход и выход из ограничения должны быть без переходных процессов. Коэффициент передачи от баз VT5, VT7 до выхода усилителя на частоте 10 кГц может быть в пределах 110...160. Уменьшив уровень выходного сигнала до 1...2 В и подключив нагрузку к усилителю, проверяют резкое уменьшение "ступеньки" на выходном сигнале при увеличении его частоты до 50...100 кГц.

Убедившись в исправности выходного каскада, приступают к окончательной установке тока покоя, контролируя его по напряжению на эмиттерных резисторах. Для этого подключают вольтметр между эмиттерами какой-либо пары выходных транзисторов, например, VT28 и VT36, и регулировкой резистора R60 устанавливают это напряжение равным 180 мВ. Когда сигнал от генератора не подается, напряжение на выходе каскада не должно превышать ±3...4 В (при необходимости подстраивают многооборотный резистором). Ток покоя данного усилителя, в отличие от большинства других, с прогревом уменьшается, поэтому окончательно регулировать его нужно после прогрева усилителя.

После установки тока покоя проверяют падение напряжения на других эмиттер-

ных резисторах каскада. Оно должно быть в интервале 70...120 мВ. Транзисторы, на эмиттерных резисторах которых напряжение аномально мало или чрезмерно велико, лучше заменить, однако добиваться точного равенства напряжений не нужно. Разброс значений напряжения база—эмиттер у параллельно включенных выходных транзисторов способствует более плавному переключению плеч выходного каскада и, соответственно, снижению искажений (относительно случая, когда все транзисторы переключаются одновременно).

После установки тока покоя целесообразно проверить усилитель на вспышки ВЧ генерации отдельных транзисторов. Для этого к концу щупа 1:10 высокочастотного осциллографа (такой щуп имеет входное сопротивление 500 Ом, но пренебрежимо малую входную емкость) припаивают конденсатор емкостью 2,2...3,9 пФ. Затем на базы VT5, VT7 от генератора подают сигнал с частотой 0,3...1 кГц и, плавно увеличивая уровень сигнала, просматривают наличие вспышек ВЧ колебаний в следующих точках: на эмиттерах VT5, VT7, на эмиттерах и коллекторах VT6, VT8, на базах VT13, VT14, на коллекторах VT13, VT14, на эмиттерах VT16—VT19. Если осциллограф достаточно чувствительный, щуп лучше не подключать, а просто подносить, так как ВЧ напряжения отлично наводятся на него.

Нелишне также проверить отсутствие ВЧ напряжения на шинах, соединяющих базы транзисторов выходного и предыдущего каскадов. Просмотр в каждой точке нужно проводить во всем диапазоне амплитуд сигнала, подаваемого на базы VT5, VT7 — от его отсутствия до глубокого ограничения. При отсутствии высокочастотного осциллографа можно использовать широкополосный вольтметр, однако он может дать ложные показания из-за гармоник низкочастотного сигнала при его ограничении.

При выявлении самовозбуждающихся транзисторов их лучше заменить на исправные из другой партии. Если замена не дает нужного эффекта, между выводами базы и эмиттера устанавливают последовательные RC-цепочки с номиналами от 33—68 Ом и 100 пФ для маломощных транзисторов до 470 пФ и 10 Ом для транзисторов средней мощности. Можно также попробовать включить последовательно в цепь базы генерирующего транзистора малогабаритный резистор номиналом 10—39 Ом.

После выполнения проверок на пониженном напряжении питания резисторы в цепях выпрямителя ± 40 В исключают и заново проверяют отсутствие самовозбуждения на ВЧ при полном питании.

При наличии генератора синусоидальных сигналов, перекрывающего диапазон частот до 10 МГц, весьма желательно проконтролировать малосигнальные АЧХ и ФЧХ тракта от VT5, VT7 до XP2.

В любительских условиях это удобнее всего делать с помощью двухканального осциллографа. На один канал подают входной сигнал (с базы VT5, VT7), на другой — сигнал с разъема XP2. Пользуясь одноканальным осциллографом, придется перевести его развертку в режим внешней синхронизации сигналом от генератора (многие генераторы сигналов имеют и выход для синхронизации осциллографа), чтобы оценивать фазовый сдвиг по смещению осциллограмм. При снятии малосигнальных АЧХ и ФЧХ размах выходного напряжения от пика до пика нужно поддерживать в пределах 0,5...1 В. Для устойчивости усилителя наиболее важен интервал частот 1...10 МГц, допуски и номинальные значения АЧХ и ФЧХ приведены в **табл. 2.**

**Таблица 2**

| Частота, МГц | Модуль коэффициента передачи, дБ | Допустимое отклонение, дБ. | Фаза коэффициента передачи, град. |
|---|---|---|---|
| 1 | 14,5 | ±1,5 | –56 |
| 2 | 10,5 | ±1,5 | –60 |
| 3 | 9 | ±1 | –60 |
| 4 | 7 | ±1 | –60 |
| 5 | 6,8 | ±0,8 | –62 |
| 6 | 6,4 | ±0,8 | –64 |
| 7 | 6,6 | ±0,8 | –68 |
| 8 | 6,6 | ±1 | –72 |
| 9 | 7,6 | ±1 | –78 |
| 10 | 8,6 | ±1,5 | –85 |

***Примечание:*** *неравномерность АЧХ в диапазоне от 4 до 10 МГц должна укладываться в интервале –0,7….+2 дБ относительно значения на частоте 4 МГц, а подъем АЧХ на частотах выше 10 МГц не должен превышать 3...3,5 дБ.*

Измерения нужно провести для трех значений постоянной составляющей выходного напряжения — один раз для напряжений около нуля, а два других — при выходном напряжении, не доходящим на 2...4 В до порога ограничения с каждой стороны. Увеличение фазового сдвига из-за изменения постоянной составляющей выходного напряжения до частоты 7 МГц не должно превышать 6...9°. Если при измерениях обнаруживается чрезмерный фазовый сдвиг, то, как правило, это связано с недостаточной граничной частотой транзисторов VT13—VT19, реже — VT20—VT23 или VT24—VT27.

Паразитные резонансы некачественных конденсаторов C53—C76 также могут привести к аномалиям на АЧХ и ФЧХ, поэтому имеет смысл плавно "пройти" генератором интервал частот 1...10 МГц, наблюдая изменения выходного напряжения, чтобы убедиться в отсутствии резких скачков на АЧХ и выбросов ФЧХ. Подключать нагрузку при измерении АЧХ и ФЧХ на высоких частотах не следует, поскольку выходная RLC-цепь выше 500 кГц практически отделяет нагрузку от выхода собственно усилителя.

При желании можно проверить максимальную скорость нарастания усилителя, подав на базы VT5, VT7 сигнал частотой 0,8...1,2 МГц и, плавно увеличивая его уровень, заметить момент появления ограничения по скорости нарастания (полуволны синусоиды теряют симметрию). Этот эксперимент, однако, крайне рискованный и может привести к выходу из строя мощных транзисторов. Связано это с тем, что максимально допустимая скорость нарастания напряжения коллектор—эмиттер для транзисторов серий КТ818, КТ819 составляет 150 В/мкс (для лучших импортных транзисторов — 250...300 В/мкс), а усилитель способен развивать скорость до 160..200 В/мкс. Напряжение питания выходного каскада на время этой проверки рекомендуется снизить до ±30 В.

После успешного завершения проверок впаивают на место резистор R33, подключая предварительный каскад на ОУ DA1, и вновь вводят защитные резисторы в цепи выпрямителя ±40 В. На разъем XP2 устанавливают перемычку, замыкают выводы C52, а вход усилителя соединяют с общим проводом. Вход осциллографа должен быть подключен к XP2. После включения питания усилителя, охваченного теперь общей ООС, установившееся значение постоянной составляющей на выходе усилителя не должно превышать нескольких мВ, а амплитуда широкополосного выходного шума — 10 мВ, причем основная часть этого шума — ВЧ наводки от радиостанций и фон с частотой сети. Если питание ОУ появляется позже или спадает раньше, чем нарастает или спадает питание выходного каскада, то при включении и выключении усилителя возможны вспышки самовозбуждения по петле ООС. Опасности они не представляют, нежелательно только включать усилитель сразу после выключения. Для задержки спада напряжения питания ОУ емкость конденсаторов C22, C23 и C32, C33 в блоке автоматики рекомендуется повысить до 2200 мкФ.

Если усилитель после включения питания входит в состояние непрерывной генерации, а проведенная ранее проверка ФЧХ каскадов от VT5, VT7 до разъема XP2 дала положительные результаты, то, скорее всего, либо имеется ошибка в монтаже или номинале элементов R22—R25, R27, R28, C16—C18, либо ОУ DA3 имеет дефект — пониженный запас устойчивости. Еще одной причиной может быть изменение тока покоя выходных транзисторов после каких-либо замен (снижение тока покоя уменьшает быстродействие выходных транзисторов и увеличивает вносимый ими фазовый сдвиг). Остальные причины маловероятны.

После устранения генерации остается только проверить запас устойчивости в петле ООС. Для этого сигнал от генератора прямоугольных импульсов подается на вывод 1 группы S1 (рис. 13) на плате усилителя. Амплитуда сигнала генератора должна составлять 5...10 В, при этом амплитуда выходного сигнала усилителя, наблюдаемого на XP2, должна быть вдвое меньше. Относительная величина выброса на фронтах импульсов при этом не должна превышать 20 % (в авторском

Уважаемые радиолюбители! Журнал "Радио" планирует выпустить серию компакт-дисков со схемами бытовой импортной радиоаппаратуры (телевизоры, видеомагнитофоны, аудиоустройства, радиотелефоны, мобильные телефоны и др.). На дисках предполагается представить схемы изделий тех фирм, которые наиболее активно поставляют свою аппаратуру на российский рынок. Это — PIONEER, SONY, PANASONIC, HITACHI, GRUNDIG, THOMSON, SAMSUNG, AIWA.

Редакция постарается, чтобы стоимость дисков (а она, в первую очередь, зависит от тиража) была доступной широкому кругу радиолюбителей и радиоспециалистов.

Но прежде чем приступить к реализации наших планов, нам необходимо выяснить — каков будет спрос на компакт-диски. С этой целью мы решили провести опрос наших читателей. Вам необходимо заполнить запросный талон (поставить знак любой формы против интересующего изделия или указать вид и конкретную модель аппарата) и отослать его в адрес редакции: 103045, Москва, Селиверстов пер., 10, журнал "Радио".

Если запросов будет достаточно, то намечаемые компакт-диски будут выпущены.

На конверте сделайте пометку — "CD-ROM".

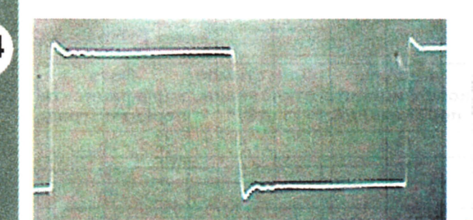


**Рис. 20. Масштаб по горизонтали — 1 мкс на клетку, по вертикали — 2 В на клетку**

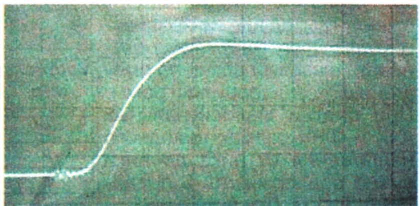


**Рис. 21. Масштаб по горизонтали — 50 нс на клетку, по вертикали — 2 В на клетку**

экземпляре она составила около 8 % — см. **рис. 20**) и, что самое главное, "звон" после фронта должен полностью затухать не более, чем за полтора периода. Небольшая "рябь" на "полках", видимая на рис. 20, — результат паразитного резонанса в цепи питания цифровой микросхемы, на которой собран генератор импульсов. Время нарастания или спада (по уровням 10 и 90 % от установившихся значений) должно составлять примерно 70 нс (см. **рис. 21**). Вид фронта и спада на выходе усилителя, если сигнал с генератора имеет одинаковые фронт и спад, на глаз должен быть совершенно симметричен. Если это не так, то велика вероятность, что в одном из плеч усилителя напряжения (VT5—VT8, VT13, VT14) или выходного повторителя имеются дефектные элементы. Дефектным может быть и DA3. Если выброс превышает 20...25 % или заметен "звон" после выброса, необходимо увеличить емкость конденсатора C46 и подобрать резистор R71 по наиболее быстрому затуханию переходного процесса.

Затем желательно проверить запас устойчивости усилителя во всем диапазоне выходных напряжений под нагрузкой. Для этого к XP3 подключают выходную RLC-цепь (L1, L2, R118—R121, C77, C78) и активную нагрузку сопротивлением 0,8 от номинального. После этого проверяют вид переходных процессов на XP2 при подключенной нагрузке.

Далее устраняют замыкание входа усилителя с общим проводом и подают на вход усилителя низкочастотный (100...200 Гц) сигнал от генератора синусоидального сигнала. При этом генератор импульсов прямоугольной формы по-прежнему должен быть подключен к S1. Увеличивая амплитуду синусоидального сигнала, наблюдают переходный процесс на XP2 при разных мгновенных выходных напряжениях, вплоть до порога ограничения. Если при приближении выходного напряжения к порогу ограничения не происходит чрезмерного увеличения выброса и "звона" на переходном процессе от прямоугольных импульсов, можно замкнуть предохранительные резисторы в цепях выпрямителя ± 40 В и повторить контроль при полной мощности. Шлейф, через который подключена плата выходного фильтра, не должен иметь длину, большую, чем 0,4 м. В заключение можно отключить нагрузку и проверить переходные характеристики без нагрузки.

Увеличивать запас по фазе до 80...90° для получения переходного процесса без выброса в УМЗЧ (как и в большинстве других широкополосных усилителей) нецелесообразно. При этом в несколько раз сужается полоса действия ООС и особенно достижимая ее глубина на верхней границе диапазона рабочих частот. Подобные решения обычно аргументируются необходимостью обеспечения стабильности при работе усилителя на комплексную нагрузку, однако, как известно, гильотина — не единственное и не лучшее средство от головной боли. Несколько элементов в выходном фильтре, по мнению автора, не слишком дорогая плата за возможность на порядок расширить полосу ООС.

Последней операцией при наладке является установка порога мягкого ограничения. Перед установкой порога необходимо снять перемычку с C52 и соединить вывод +ОС — контакт FBH (на плате — между резисторами R40 и R41) с выводами XP2, сохранив на разъеме перемычку. Нелишне подключить к выходу усилителя выходной фильтр и номинальную нагрузку.

Наиболее удобный способ подгонки порога мягкого ограничения — установить резисторы R16 и R17 большего номинала (например, 75 кОм), а затем, подключая параллельно им резисторы сопротивлением 0,2...1 МОм, добиться того, чтобы вход в ограничение собственно усилителя мощности (определяемый по появлению сигнала на выходе DA2) наступал только при перегрузке по входу в 2...3 раза (по сравнению с ситуацией отсутствия мягкого ограничителя). Несмотря на то, что порог ограничения отслеживает величину напряжения питания выходного каскада, компенсация не идеальна, поэтому настраивать ограничитель нужно при номинальном напряжении питания и подключении номинальной нагрузки. Резистор R16 отвечает за порог ограничения отрицательной полуволны (на выходе усилителя), а R17 — положительной.

При напряжении питания выходного каскада выше ±30 В желательно также поточнее выставить порог защиты по ОБР. Для этого сопротивления R114 и R117 устанавливают на 12...15 % больше того, с которым происходит срабатывание защиты при максимальном выходном напряжении усилителя на холостом ходу без нагрузки.

После сборки и настройки усилителя возникает естественное желание определить его характеристики. Измерения мощности, АЧХ, коэффициента передачи обычно не вызывают проблем. Более аккуратно надо подходить к измерению шума — из-за весьма широкой полосы пропускания усилитель мощности усиливает наводки от радиостанций вплоть до диапазона КВ. Поэтому при измерении шума нужно ограничить полосу сигнала, подаваемого на вольтметр.

Проще всего это сделать пассивным фильтром первого порядка. Шумовая полоса такого фильтра в 1,57 раза шире его полосы пропускания, поэтому, если есть желание измерить шум в полосе 22...25 кГц, частоту среза RC-цепи нужно выбирать равной 14...16 кГц.

Другой проблемой при измерении шумов являются наводки с частотой сети. Проще всего их отфильтровать с помощью ФВЧ с частотой среза 1 кГц, но в любом случае нужно грамотно выполнить соединения и экранировать усилитель.

Для исключения появления замкнутых контуров общего провода все источники питания изолированы и соединяются только на плате усилителя, причем на плате общие проводники для цепей сигнала и питания разделены. Точка их соединения снабжена отверстием для подпайки провода (сечением не менее 0,75 мм$^2$), соединяющего общий провод платы усилителя с корпусом, это отверстие расположено между R65 и R69. Соединение всех цепей (кроме экрана трансформаторов) с корпусом усилителя выполняется в одном месте, подбираемом экспериментально по наименьшему уровню помех.

Напряжение шума нужно измерять милливольтметром истинного среднеквадратичного значения, например, В3-57. При использовании обычного милливольтметра в результат нужно вносить поправку — он занижает шум на 12...15 %. В авторском макете усилителя выходной шум в полосе 1...22 кГц при замкнутом входе даже без экранировки не превышает 80...100 мкВ.

Наибольшие сложности вызывает измерение нелинейных и интермодуляционных искажений, вносимых усилителем. Связано это с тем, что благодаря малым искажениям усилителя еще до охвата ООС (не более 1...2 %) и глубине ООС во всем диапазоне звуковых частот, превышающей 85 дБ, основными источниками искажений оказываются неидеальность пассивных компонентов, наводки от двухтактного выходного каскада и искажения, вносимые входным фильтром на DA1. На частотах выше нескольких килогерц начинает вносить свою лепту нелинейность емкости диодов VD9—VD14 в схеме "мягкого" ограничителя. С учетом всех принятых мер, в итоге искажения исправного усилителя не превышают 0,002 %, что ниже пределов измерения большинства измерительных приборов, а также меньше искажений и шума большинства генераторов. Динамический диапазон большинства анализаторов спектра также не превышает 90 дБ, или 0,003 %. Поэтому прямое измерение нелинейных и интермодуляционных искажений подобных усилителей стандартными средствами практически неосуществимо.

Общепринятым решением в подобной ситуации является использование мето-

дики, аналогичной применяемой для поверки генераторов. Сигнал основной частоты на выходе испытываемого устройства ослабляется режекторным фильтром, а для извлечения гармоник и комбинационных составляющих из широкополосного шума используют анализатор спектра. Однако при этом возникает проблема, связанная с влиянием режекторного фильтра на характеристики испытываемого устройства. В случае УМЗЧ, имеющего низкое (и достаточно линейное!) выходное сопротивление еще без общей ООС, и фильтра с высоким входным сопротивлением при использовании аттестованных устройств (например, фильтра из комплекта генератора Г3-118) этим влиянием можно пренебречь.

Далее, для измерений требуется анализатор спектра. В связи с широким распространением ПК, оснащенных звуковыми платами, рядом недостаточно внимательных авторов рекомендуется применять программные анализаторы спектра (SpectraLab и т.п.). При этом игнорируется тот факт, что частотный диапазон АЦП звуковых карт не превышает 22 кГц, т.е. при частоте сигнала выше 11 кГц даже вторая гармоника выходит за пределы полосы пропускания платы.

Для экспресс-оценки искажений можно поступить следующим образом. К выходу УМЗЧ подключают ФНЧ с частотой среза 200...250 кГц и далее предварительно настроенный режекторный фильтр, входящий в комплект генератора. Затем на вход усилителя подают сигнал от генератора с малыми нелинейными искажениями, например, Г3-118 или ГС-50 (0,0002 % на 10 кГц), а сигнал на выходе режекторного фильтра наблюдают высокочувствительным осциллографом.

ФНЧ нужен для уменьшения уровня шума, чтобы можно было увидеть продукты искажений. Тем не менее в авторском экземпляре продукты искажений оказались неразличимы на фоне шума вплоть до самого начала работы "мягкого" ограничителя даже на частоте 20 кГц.

*От редакции. На этом публикация статьи о сверхлинейном УМЗЧ заканчивается. Но тема эта не исчерпана. В одном из последующих номеров журнала мы планируем подготовить публикацию, посвященную ответам на вопросы читателей.*



# АВТОЗВУК: УСТАНАВЛИВАЕМ САМИ

*А. ШИХАТОВ, г. Москва*

## ПОДКЛЮЧЕНИЕ АС К МАГНИТОЛЕ

Большинство создателей автомобильных аудиосистем убеждены, что без мощного усилителя и дорогой АС высокое качество звуковоспроизведения недостижимо. По-своему они правы. Но при грамотном подходе к выбору, размещению и подключению динамических головок хорошего результата можно добиться и со встроенными усилителями магнитолы, используя относительно недорогие головки. Причем вполне возможно добиться достаточно большой громкости. Так, в машине автора этих строк звуковое давление 117 дБ было достигнуто за счет суммарной мощности около 60 Вт, что, как известно, меньше максимальной мощности современных магнитол (80...160 Вт).

Предлагаемые в статье решения представляют наибольший интерес для начинающих любителей автозвука, поскольку не требуют серьезных затрат времени и средств. Все рекомендации, кроме особо оговоренных случаев, касаются магнитол с четырехканальными усилителями мощности. Устаревшие модели магнитол с двухканальным усилителем малой мощности здесь рассматриваться не будут.

Справедливости ради следует отметить, что некоторые из приводимых рекомендаций имеют смысл только при использовании недорогих моделей магнитол и CD-ресиверов. Многие современные аппараты имеют в своем составе и перестраиваемые фильтры, и эквалайзеры, и другие полезные устройства. Так, CD-ресивер Pioneer DEH-2000R позволяет включить в тракт тыловых каналов ФНЧ с перестраиваемой от 100 до 250 Гц частотой среза и оснащен параметрическим эквалайзером с регулировкой центральной частоты и добротности для каждой из трех полос.

Многие автолюбители устанавливают динамические головки в двери и заднюю полку с подключением к магнитоле по штатной схеме "фронт—тыл". Аналогичные аудиосистемы встречаются на машинах, прошедших предпродажную подготовку и на подержанных автомобилях. Акустические недостатки этого варианта АС уже были рассмотрены ранее, однако, поскольку он все еще распространен, предложу метод его улучшения, практически не требующий затрат.

При установке головок в заднюю полку СЧ и ВЧ составляющие сигнала вызывают чрезмерное смещение звуковой сцены назад. Исправить положение можно, ограничив полосу воспроизведения задних громкоговорителей нижними частотами. Так как в этой роли выступают обычно коаксиальные головки, самый простой способ — отключить "пищалки" (их можно на первых порах использовать при модернизации фронтальной АС). Допустимо также применить в качестве тыловых низкочастотные головки. Однако остаточный уровень СЧ и ВЧ составляющих сигнала достаточно велик, поэтому для его снижения необходимо применить ФНЧ с частотой среза в интервале 0,8...1 кГц.

С другой стороны, у большинства распространенных малогабаритных громкоговорителей, используемых в таких установках для фронтальной АС, низкочастотные составляющие сигнала могут привести к перегрузке и искажениям уже при среднем уровне громкости. Очевидно, что для устранения этого дефекта потребуется ФВЧ. Хорошие результаты обычно получают уже с фильтрами первого порядка с частотой среза около 200 Гц.

Схема одного канала комбинированного фильтра, реализующего обе эти функции, показана на **рис. 14.** Конденсаторы C1, C2 — любые оксидные, например, К50-24. Если есть возможность, вместо них лучше использовать неполярный оксидный конденсатор емкостью 220 мкФ. Катушка L1 содержит 160 витков провода ПЭВ-2 1,0, ее наматывают на оправке диаметром 25 мм (длина намотки 24 мм). Индуктивность катушки — около 0,6 мГн.

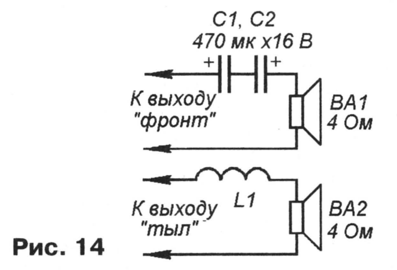



**Рис. 14**

Этот же вариант подключения (при размещении всех излучателей спереди) иногда применяют и для компонентной фронтальной АС. В этом случае придется регулировать тональный баланс не только регуляторами тембра, но и соответствующим распределением мощности усилителей, что отчасти компенсирует отсутствие эквалайзера. Если имеется готовый комплект двухполосной АС, проще всего использовать штатный кроссовер, разделив входы ФВЧ и ФНЧ для подключения к фронтальным и тыловым каналам соответственно (так называемый bi-amping). При самостоятельном изготовлении АС расчет фильтров производят по любой известной методике, например [7]. Предпочтение следует отдать фильтрам первого порядка — они вносят минимальные фазовые искажения и потери, просты в изготовлении и настройке.

*Продолжение. Начало см. в "Радио", 2000, № 1—5*

При частоте раздела 5...7 кГц, характерной для малогабаритных ВЧ головок, в таком включении наилучшим образом проявят себя магнитолы с неравным распределением мощности между фронтальными и тыловыми каналами (например, 2×7 Вт — "фронт" и 2×25 Вт — "тыл"). Этому условию отвечает ряд недорогих аппаратов: CD-ресивер TCH-77 (LG Electronics), магнитолы Daewoo AKF-4087X, AKF-4237X, AKF-4377X, AKF-8017X, Prology KX-2000R, ARX-9751/52, обновленный "Урал" (модели 206, 207, 208). С целью упрощения фильтр для НЧ головки можно и не использовать, поскольку естественный спад АЧХ большинства из них начинается именно в этой области частот. Правда, головки с диффузором диаметром более 13 см могут работать и в зонном режиме излучения, но это приводит к неравномерности спада АЧХ на высших частотах.

У магнитол же с каналами равной мощности, те из них, которые работают на "пищалки", используют не более трети своей мощности. В этом случае есть смысл подумать о снижении частоты раздела до 1,5...3 кГц, но тогда потребуются ВЧ головки с низкой частотой основного резонанса и ФВЧ высоких порядков. Стоимость их немалая, поэтому трехполосная фронтальная АС может оказаться даже дешевле.

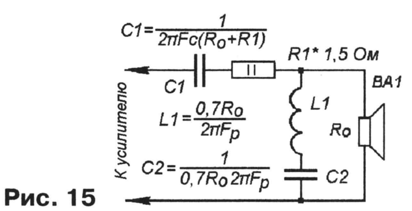


Рис. 15

В качестве низкочастотного звена трехполосной АС при монтаже "в двери" желательно использовать автомобильные широкополосные или низкочастотные головки диаметром 16 см или эллиптические 6×9 дюймов. Автомобильные головки меньшего размера редко способны обеспечить полноценное воспроизведение частот ниже 100...120 Гц. Для корпусных громкоговорителей "под сиденья" можно использовать отечественные головки 25ГДН3-4 (с фазоинвертором) и 25ГДН4-4 (в закрытом корпусе). В качестве СЧ-ВЧ звена на первом этапе вполне подойдут коаксиальные головки диаметром 7,5...13 см.

В таком варианте лучшая частота раздела между полосами НЧ и СЧ-ВЧ — около 350 Гц. При этом катушка L1 должна содержать уже 240 витков провода ПЭВ-2 1,0. Ее наматывают на оправке диаметром 25 мм (длина намотки — 24 мм). Индуктивность катушки — 1,8 мГн. Емкость конденсаторов C1, C2 нужно уменьшить до 220 мкФ или взять неполярный емкостью 100 мкФ.

В более совершенной разнесенной трехполосной АС применяют отдельные излучатели СЧ и ВЧ. Как упоминалось ранее, это снимает ряд компоновочных ограничений и позволяет наилучшим способом использовать каждую головку. ВЧ излучатели в такой системе обычно работают при относительно высокой частоте раздела (5...10 кГц) и поэтому не требуют применения сложных фильтров. Для первых экспериментов вполне подойдут "пищалки", изъятые ранее из коаксиальных головок, но лучше взять для этой цели специальные малогабаритные ВЧ головки.

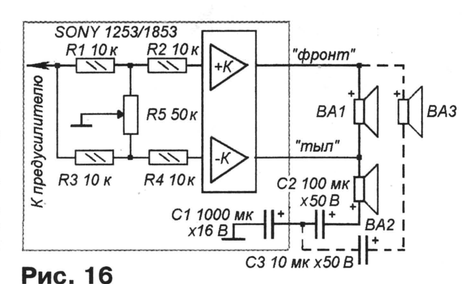


Рис. 16

Доступные СЧ головки с "мягким" диффузором диаметром до 10 см или широкополосные в этой полосе можно использовать только с ФВЧ, не ограничивая полосу частот сверху, поскольку их АЧХ в рабочем диапазоне частот достаточно равномерна и плавно спадает на высоких частотах. Головки большего диаметра, как уже отмечалось, обладают значительной неравномерностью АЧХ. Головки с диффузорами высокой жесткости часто имеют в области СЧ несколько резонансов, создающих призвуки, поэтому для них необходимы полосовые фильтры.

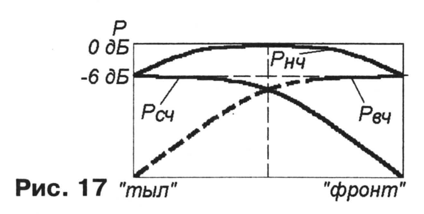


Рис. 17

Для исправления локальных дефектов АЧХ головок в рабочей полосе частот профессиональные студии иногда применяют кроссоверы с корректирующими LCR-звеньями. Их настройка должна сопровождаться обязательными измерениями АЧХ по звуковому давлению.

Несколько проще обстоит дело с демпфированием резонанса ВЧ головки, расположенного достаточно близко к рабочей полосе частот [17]. Для этой цели применяется последовательный LC-контур, подключенный параллельно головке и настроенный на частоту ее основного механического резонанса (**рис. 15**). Резистор R1 выполняет сразу несколько функций. Прежде всего он стабилизирует импеданс нагрузки, одновременно улучшая условия работы и усилителя, и фильтра. При установке резистора увеличивается также глубина режекции. Этим резистором возможно подстроить АЧХ на высоких частотах. Нужно, однако, иметь в виду, что его сопротивление входит в нагрузку ФВЧ и влияет на частоту среза.

Для СЧ головок этот метод демпфирования малопригоден, поскольку частота их основного механического резонанса составляет обычно 110...150 Гц. Индуктивность и емкость корректирующего контура получаются слишком большими. Исключение составляют только купольные СЧ головки, для которых эта частота значительно выше — 350...450 Гц.

Приведенные способы подключения АС предполагают использование усилительных каналов магнитолы, однако перечень вариантов таких способов отнюдь не исчерпан. Они бывают, например, комбинированными, когда используются особенности построения мостовых усилителей, которые имеют все современные магнитолы.

Рассмотрим варианты подключения двух- или трехполосной АС к магнитолам Sony 1253/1853 и аналогичным [18]. УМЗЧ этих моделей можно использовать как двухканальный мостовой с максимальной мощностью 2×25 Вт или как четырехканальный с обычным подключением нагрузки и "виртуальной землей". Мощность при этом составляет 4×6 Вт. Возможен и третий вариант, разработанный автором. На **рис. 16** приведена схема для одного канала.

В этом случае НЧ головка BA1 подключается по мостовой схеме, а коаксиальная или среднечастотная BA2 (и высокочастотная BA3 в трехполосной АС) — по обычной. Необходимые при этом разделительные конденсаторы C2, C3 одновременно выполняют роль ФВЧ первого порядка. Поляризующие напряжения обеспечиваются усилителем, поэтому можно применить доступные полярные оксидные конденсаторы. При таком включении регулятор фейдера используется для установки тонального баланса. С учетом выбранных частот раздела — 440 Гц и 4 кГц — и разной чувствительности головок (у низкочастотных она обычно на 2...4 дБ ниже) баланс достигается в близком к среднему положении регулятора.

Зависимость подводимой к головкам мощности от положения движка фейдера показана на **рис. 17.** В процессе регулирования мощность на мостовой нагрузке снижается максимально на 6 дБ (в 4 раза), поскольку в крайних положениях регулятора возбуждение головок сводится к обычному (оставшееся без сигнала плечо усилителя выполняет роль "виртуальной земли"). Следует учитывать, что в зоне совместного действия головок они оказываются соединенными параллельно, но, поскольку на этих частотах уже сказывается рост импеданса нагрузки из-за индуктивности звуковой катушки, реально перегрузка усилителя не возникает. Эксплуатация такой системы в течение года подтвердила ее высокую надежность. Таким же образом используются и мостовые усилители двухканальных магнитол с фейдером на выходе, который следует отключить, чтобы регулятор не оказывал влияния на частоту среза фильтров.

Естественно, по предложенной схеме можно включить нагрузку и для более современных магнитол. Все сказанное выше останется в силе, только

исчезнет возможность регулировать соотношение мощностей фронтальной АС. Например, более мощные усилители уже упоминавшихся моделей с каналами разной мощности выполнены по мостовой схеме, а менее мощные — по обычной. В таком варианте можно применить смешанное подключение фронтальных головок к тыловым каналам, а тыловую АС для "подзвучки", не требующей большой мощности, подключить к фронтальным каналам по обычной схеме или схеме Хаффлера (с разностным сигналом). Положения фейдера "фронт—тыл" поменяются местами, но в эксплуатации это практически не существенно.

ЛИТЕРАТУРА


17. **Жбанов В.** О демпфировании динамических головок. — Радио, 1987, № 4, с. 31—34.

18. **Шихатов А.** Автомобильные магнитолы. — Радио, 1999, № 7, с. 16—18.


*(Продолжение следует)*

**ОБМЕН ОПЫТОМ**

# О СНИЖЕНИИ ДЕТОНАЦИИ В ЛПМ


***П. ЛЮБИМОВ, г. Бобруйск Могилевской обл., Беларусь***


В некоторых малогабаритных аудиокомплексах и магнитолах, производимых в странах Юго-Восточной Азии, уровень детонации ЛПМ значительно превышает норму и заметен даже неискушенному слушателю. Связано это с тем, что маховик ведущего вала ЛПМ, сделанный из пластмассы, имеет малую массу и соответственно малый момент инерции, поэтому вибрации от электродвигателя и колебания в скорости движения ленты ослабляются недостаточно.

Я предлагаю в таких случаях простой и эффективный способ снижения детонации — увеличение массы маховика тон-вала. Для этого внутрь углубления в маховике вклеивают подходящий диск или кольцо. Если углубления в нем нет, то металлический диск диаметром, равным диаметру маховика, можно просто приклеить. В крайнем случае можно использовать кольца из проволочного припоя, вклеиваемые одно в другое. Важно, чтобы доработанный маховик не задевал детали ЛПМ, а нарушение его балансировки было минимальным.

Таким образом мною была понижена детонация в нескольких моделях мини-систем (Technics EH50, EH60 и др.) до незаметного на слух уровня.

Длительный срок эксплуатации доработанных магнитофонов показал, что предпринятые меры не повлияли на срок службы ЛПМ. ■

# ЗВУК НА ВЫСТАВКЕ "Hi-Fi SHOW & HOME THEATRE`2000"


***Р. КУНАФИН, А. СОКОЛОВ, г. Москва***


Ежегодная весенняя выставка радио- и видеоаппаратуры в московской гостинице "Софитель", что на Коровинском шоссе, неизменно привлекает огромное число посетителей. Большая экспозиция, размещенная на пяти этажах, и на этот раз позволила любителям звукозаписи ознакомиться с последними достижениями в области бытовой электроники.

Одной из достопримечательностей выставки без преувеличения можно назвать экспозицию D.L.LOTA. Здесь впервые были представлены проигрыватели и компакт-диски фирмы SONY нового цифрового формата — Super Audio Compact Disc (SACD). Сигналограмма представляет собой однобитовый поток данных с очень высокой частотой дискретизации — около 2,8 МГц. Достаточно пропустить считываемый с диска сигнал через относительно простой аналоговый фильтр, чтобы получить чистый, практически без помех квантования аналоговый сигнал с верхней частотой до 100 кГц.

Для демонстрации "супер-формата" фирмой специально изготовлен новый аудиокомплекс с четырехполосной АС. Возможности этого формата весьма заметны: при звуковоспроизведении акустической гитары с диска через проигрыватель SONY SCD-1 ($6000) звук ее четкий, естественный, с высоким разрешением. Более дешевый проигрыватель SCD-777ES (за $2700), к сожалению, заметно уступал дорогому "собрату".

Можно сказать, что активные 20-летние усилия фирмы не пропали зря: непрерывно совершенствуя цифровую технологию, ей наконец-то удалось превзойти возможности хорошей грампластинки. Кстати, о цене на диски нового формата: предполагается, что она будет в пределах $30—40...

На стенде компании "УЛЬТРА-Т" посетители смогли ознакомиться с серийным образцом нового цифрового усилителя "TACT Millennium". Сигнал на УМ поступает непосредственно в цифровой форме с CD-проигрывателя или DAT-магнитофона и усиливается без цифро-аналогового преобразования, но после передискретизации — повышения частоты отсчетов в восемь раз (44,1×8=352,8 кГц). Фактически УМ представляет собой хорошо известный усилитель класса D с цифровой ШИМ. Несомненно, его создатели руководствовались тем же стремлением — максимально сократить тракт аналогового сигнала, избавившись от ЦАП.

Однако особого ажиотажа демонстрация аппарата не вызвала. Можно предположить, что причиной этого послужило несоответствие качеству усилителя других компонентов тракта. Компактные "аудиофильские" громкоговорители "Sonus faber", пожалуй, не смогли передать живости "острого", динамичного и масштабного звучания оркестра. А жаль, поскольку фонограмму с CD можно наконец-то воспроизводить без потерь в электронной части, и этот выигрыш хотелось бы почувствовать.

Конечно, подобные совсем небольшие придирки вызваны именно возросшими требованиями к качеству экспонатов, к каждому их компоненту. Тем более, когда речь идет об устройствах высокого класса. К сожалению, представители торговых фирм не всегда это учитывают.

Приведем такой пример. Прекрасное впечатление произвел проигрыватель грампластинок из линейки аппаратуры Master Reference германской фирмы CLEARAUDIO. Судите сами — фигурные детали конструкции из прозрачного акрила с высокими антирезонансными свойствами, три электродвигателя, через которые последовательно проходит длинный ремень, сложный тангенциальный тонарм... По всему видно (и особенно по цене!), что это конструкция высочайшего класса — шум пластинок совершенно незаметен. Но корректор той же фирмы и мощные усилители PERREAUX, получившие хорошие отзывы в прессе, работали вместе... с крошечными колонками "Mirage MRM-1". В результате известные достоинства виниловых пластинок относительно самых хороших компакт-дисков оказались нереализованными.

Очень многообещающие компоненты были представлены и в экспозиции "ТЕХНО-М": ЭПУ грамзаписи NOTTINGHAM Analogue Spacedeck, KUZMA Stabi S, WILSON BENESCH, а также АС последней фирмы под названием "Bishop", в которой низкочастотная группа состоит из четырех пар сдвоенных головок! Но стендисты почему-то упорно "крутили" примитивные джазовые записи 40-х годов, по которым совершенно невозможно было судить о возможностях тракта, и наотрез отказались поставить более сложные фонограммы. Разве можно так представлять выставочную продукцию?

Тонкая механика "транспортов" и "вертушек", акустические системы знаменитых фирм KEF, TANNOY, PIEGA вызывали только добрую зависть к возможностям зарубежных конструкторов. К примеру, главный конструктор американской фирмы LAMM Владимир Шушурин, представляя свои ламповые и гибридные усилители, составил тракт из очень дорогих и качественных компонентов: ЭПУ MICROSEIKI SX-5000 II, корректора LAVARDIN TECHNOLOGIES Model PO, AC JMLAB Grande Utopia ($60000!). Такие компоненты в тракте позволили максимально проявить все возможности его усилительной аппаратуры, демонстрировавшейся в большом конференц-зале.

Честно говоря, в недостаточно хорошем звучании басовых инструментов, воспроизводимых достаточно




E-mail: audio@paguo.ru
тел. 208-83-05

РАДИО № 6, 2000

широкополосными АС, чаще всего повинна акустическая "несостоятельность" тесных гостиничных номеров "Софителя". Например, демонстрация в двенадцатиметровой квадратной комнатке с голыми стенами огромных громкоговорителей CABASSE Adriatis явно неудачна: их глубокий бас просто не вместился в этот объем!

Естественно, столь большая выставка не могла не преподнести и приятных сюрпризов. Для нас настоящим открытием стали впервые представленные в России изделия фирмы BURMESTER, глава которой не только выдающийся инженер, но и профессиональный гитарист. Как только раздались первые аккорды акустической гитары, сразу стала ощутима исключительно точная импульсная характеристика системы, позволившая почувствовать как наяву и колеблющуюся струну, и бегущие в ритме фламенко пальцы гитариста.

"Референсный" комплект фирмы легко справился не только с вокалом и духовым оркестром, но и с барочным органом, и со струнным ансамблем. Фирменный ПКД (модель 969) выдавал на удивление полный и легкий звук, а мощные усилители—"кубики" размерами с пуфик, по 600 Ватт каждый (модель 909МК5), да еще в режиме двухполосного усиления (bi-amping), удачно сочетались с двухметровыми громкоговорителями "Reference B97" (четыре полосы, ленточный ВЧ излучатель).

Безусловно, этот комплект, заботливо составленный его создателем, вполне достоин претендовать на звание "Лучший звук выставки". По крайней мере, система оказалась одной из немногих, где звук не привязан к АС и живет самостоятельно в музыкальном пространстве.

Эта экспозиция показала, что высокое качество усилителя не проявится и в малой мере, если работающая с ним АС не может создать аналогичного по точности воспроизведения реальных музыкальных сигналов. Во многом проблема связана с недостатками динамических головок. Замена их ленточными "пищалками" позволяет получить на высоких частотах гладкую частотную характеристику. Такое решение реализовано в ряде АС американской компании LEGACY AUDIO, представленных на выставке московским дистрибьютором ALKOM. Торговая компания "ЗЕМФИРА" также демонстрировала громкоговорители швейцарской фирмы PIEGA с ленточными излучателями (**фото 1**), которые воспроизводят звучание музыкальных инструментов с исключительной чистотой верхних регистров.

В одной из комнат, где разместилась экспозиция "КВИНТЫ" (г. Москва), необычно прозрачное звучание невольно привлекло внимание. Звуки джазовой музыки поражали своей естественностью, и инструменты буквально ощущались в пространстве, где располагались два громкоговорителя необычной формы (**фото 2**).



Фото 1

Несколько слов об их конструкции. Наклонная перфорированная панель представляет собой электростатический излучатель для воспроизведения звука средних и высоких частот до 20 кГц, а динамическая головка с металлическим диффузором, установленная сверху корпуса эллиптического сечения, воспроизводит басы, хотя и не самые глубокие (43 Гц по уровню –6 дБ). Есть возможность раздельного подключения излучателей к двухполосным усилителям мощностью 50...150 Вт. Тончайшая пленка в панели состоит из трех продольных сегментов, причем излучение высоких частот производится только средним. Это способствует более равномерному излучению высоких частот, формирующему близкие к цилиндрическим звуковые волны. Кстати, со стороны иногда казалось, что в комнате работает многоканальная система: отражения этих волн от задней стены формировали мнимые источники звука, а чистота звучания исключала какую-либо точечную привязку.

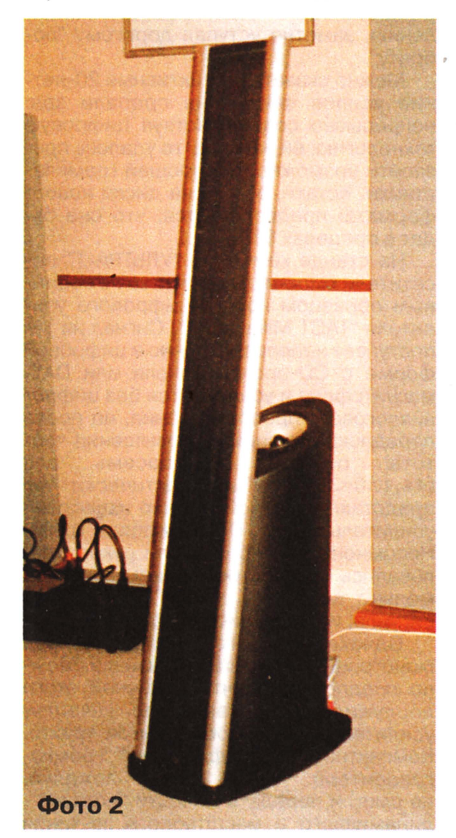


Фото 2

Эти диностатические, а также полностью электростатические громкоговорители имеют чувствительность около 86 дБ. Их производит фирма FINAL ELECTROSTATIC (Голландия). Цена такой АС – около $2700. Электростатические и диностатические АС класса Hi-End, производимые известной фирмой MARTIN LOGAN, демонстрировались также московским дистрибьютором ENIGMA.

В видеокомплексах "домашнего театра", показанных многими фирмами, наиболее интересная пространственность звучания, по нашему мнению, была отмечена с АС, где тыловые громкоговорители имеют дипольную направленность излучения (как у пленочных излучателей). Неожиданно точный звук в диалогах, хорошо "связанный" с персонажами на экране, показала и система, где фронтальными излучателями средних и высоких частот оказались малогабаритные "кубики" объемом около 0,5 $дм^3$, установленные на стойках на уровне нижнего края экрана видеопроектора.

В выставке приняли активное участие известные российские торговые фирмы и дистрибьюторы домашней аудио- и видеотехники. Среди них — СТС CAPITAL, "М.ВИДЕО", "ТЕХНОСИЛА", "РУССКАЯ ИГРА", "ЧЕРНАЯ ЖЕМЧУЖИНА", "ЧЕРНОВ АУДИО", представившие много интересных аудио- и видеокомплексов: аппаратуру для записи на современных носителях, видеопроекторы, системы Home Theatre, разнообразные проигрыватели — товары наиболее признанных изготовителей.

Считаем нелишним добавить, что в экспозиции выставки были представлены и российские производители. Московская фирма "ВАЛАНКОН" – одна из первых в России, занявшаяся разработкой и производством аппаратуры Hi-End. Она демонстрировала свою усилительную аппаратуру, среди которой усовершенствованный вариант двухблочного усилителя в новом элегантном корпусе, вместе с АС, производимыми тоже московской фирмой "ЭРРОЛ ЛАБ".

Компания "ИНТЕРГЛОБ" представляет в России и за рубежом продукцию московской фирмы NATURAL. Ее экспозиция отличилась разнообразием источников сигнала – от катушечного магнитофона и ЭПУ с ламповым винил-корректором до проигрывателя DVD для воспроизведения многоканальных фонограмм. Среди ее экспонатов – громкоговорители с круговым излучением, ламповые усилитель-корректор для воспроизведения грампластинок и пятиканальный усилитель оригинальной компоновки.

Экспозиция в "Софителе" в этом году получилась, на наш взгляд, более интересной в сравнении с предыдущими. Хочется поздравить организаторов выставки с бесспорным успехом и надеяться, что подобные встречи с миром аудио- и видеотехники будут продолжены. ■

# DX-ВЕСТИ


***П. МИХАЙЛОВ (RV3ACC), комментатор радиокомпании "Голос России"***


## РОССИЯ

**МОСКВА.** Всемирная Русская служба государственной радиокомпании "Голос России" по 29 октября текущего года будет вести вещание по следующему расписанию:

— на страны Европы с 01.00 до 03.00 — на частоте 1215 кГц; с 12.00 до 14.00 — на частотах 693, 1215, 1323 кГц; с 17.00 до 18.00 — на частотах 7300, 9720*, 9480** кГц; с 19.00 до 20.00 — на частотах 612, 621, 693, 1215, 7370**, 9720*, 9480**, 9795**, 9890**, 11630, 11980*, 12040**, 15350*, 15455* кГц; с 20.00 до 21.00 — на частотах 612, 693, 1215, 7310**, 9450, 9710*, 9480**, 9720*, 12070* кГц. На частоте 612 кГц радиокомпания вещает для Москвы, Подмосковья и прилегающих к ним регионов;

— на страны Азии, Австралию, Новую Зеландию и акватории Тихого океана: с 12.00 до 13.00 — на частотах 9945, 15510*, 15460, 17610** кГц; с 13.00 до 14.00 — на частотах 9945, 15510*, 15560, 17610** кГц;

— на страны Ближнего и Среднего Востока: с 12.00 до 13.00 — на частоте 648 кГц; с 15.00 до 16.00 — на частотах 7130**, 7315**, 12005, 12055*, 12070**, 15515*, 17580*** кГц; с 19.00 до 20.00 — на частоте 1314 кГц.

— на страны Западного полушария с 01.00 до 03.00 — на частотах 7125, 7300**, 9480, 12070*, 13790**, 15425**, 15520, 15465**, 17565*, 17595**, 17660, 17690*, 21755* кГц.

На частотах, помеченных знаком, * — вещание ведется до 3 сентября 2000 г., знаком ** — с 3 сентября 2000 г., а знаком *** — с 23 сентября 2000 г.

Программа для радиолюбителей "Клуб DX" передается на частотах Русской службы "Голоса России" по воскресеньям в 13.40 и 20.40, по понедельникам — в 1.40 и по средам — в 15.40.

На частоте 9489 кГц отмечено вещание радиостанций юга России: "Радио Сочи" — с понедельника по пятницу с 15.30 до 15.45 и "Радио Кубань" — в эти же дни с 15.45 до 16.00. На этой же частоте работает Абхазское радио — с понедельника по пятницу с 4.00 до 5.00 и ежедневно с 14.00 до 14.30. Вещание ведется на абхазском и русском языках.

**ЕКАТЕРИНБУРГ.** В городе работают следующие станции: "Радио 101 Екатеринбург" — на частоте 66,62 МГц; "Экспресс" — на частоте 67,46 МГц; Радио "Си" — на частотах 68,39 и 103,7 МГц; "Орфей" — на частоте 69,92 МГц; "Хит FM" (бывшая "Трек") — на частотах 70,52 и 106,2 МГц; "Радио России" — на частоте 71,06 МГц; "Маяк" — на частоте 71,84 МГц; "Европа Плюс Екатеринбург" — на частотах 73,40 и 101,2 МГц; "Стиль FM" — на частотах 73,97 и 103,2 МГц; "НЕРА" — на частоте 100,4 МГц; "Джем" — на частоте 102,5 МГц; "Пилот" — на частоте 105,0 МГц; "Русское радио" — на частоте 105,7 МГц; "Авторадио" — на частоте 107,0 МГц; Радио Екатеринбург — на частоте 107,6 МГц.

**МАГАДАН.** Передачи магаданского радио хорошо слышны в Европе и европейской части России с 07.30 до 08.00 на частоте 7320 кГц.

**НОВОКУЗНЕЦК.** В местном эфире слышны передачи следующих радиостанций: "Радио России" и "Радио Кузбасса" — на частоте 66,2 МГц; "Апекс-Радио" (местная станция) — на частотах 70,07 и 100,5 МГц; "Эхо Москвы в Новокузнецке" — на частоте 101,5 МГц; "Европа Плюс" (из Москвы) — на частоте 104,4 МГц; "Хит FM" (местная станция) — на частоте 105,0 МГц.

**НОВОСИБИРСК.** Передачи московской радиостанции "Резонанс", ретранслируемые через новосибирский передатчик, приняты с 14.00 до 18.00 на частоте 675 кГц. Передачи радиостанции "Маяк" ретранслируются в городе на частоте 576 кГц.

**ОМСК.** Омское областное радио работает на частоте 693 кГц. Передачи местной Гостелерадиокомпании "Иртыш" выходят в эфир в будни — с 01.00 до 02.00, с 07.00 до 07.20 и с 13.00 до 14.00; по субботам — с 04.10 до 06.00; по воскресеньям — с 03.00 до 06.00.

**ОРЕНБУРГ.** Программа Оренбургского областного радио "Губерния" принята в 01.15 на частоте 1395 кГц.

## ЗАРУБЕЖНЫЕ СТРАНЫ

**БЕЛАРУСЬ.** В столице республики на частоте 66,7 МГц вышла в эфир новая станция "Авторадио". Кроме того, в Минске в настоящее время вещают радиостанции: "Маяк" (из Москвы) — 72,1 МГц; "Столица" (на белорусском языке) — 103,7 МГц; "Альфа-Радио" — 107,9 МГц; "Стиль" — 101,2 МГц; "Мир" — 107,1 МГц; "Рокс-М" — 102,1 МГц; "Би-Эй" — на частотах 68,8 и 104,6 МГц; передачи радиостанции "Рокс -М" ретранслируются в Витебске 103,0 МГц; Бресте — 101,2 МГц; Могилеве — 103,4 МГц; Гомеле — 102,6 МГц; Гродно — 106,9 МГц. Радиостанция "Би-Эй" слышна в Бресте 106,2 МГц и в Могилеве — 104,5 МГц. Передачи радиостанции "Столица" ретранслируются в Бресте — 103,7 МГц, Витебске — 105,5 МГц, Гомеле — 100,1 МГц, Могилеве — 100,9 МГц, Гродно — 100,5 МГц, Мяделе — 103,9 МГц, Ушачах — 102,7 МГц, Пинске — 102,0 МГц, Слониме — 104,0 МГц, Бобруйске — 104,1 МГц, Сметаничах — 103,8 МГц, Солигорске — 102,8 МГц, Синкевичах — 101,2 МГц, Березине — 100,7 МГц и Мстиславе — 102,9 МГц.

Эти сведения представил редакции Дмитрий Волков — читатель журнала "Радио" из г. Полоцка Витебской обл.

**УКРАИНА.** В Симферополе на частоте 106,6 МГц заработала новая радиостанция "Лидер". Другая местная радиостанция "Ассоль" вещает здесь с 04.00 до 15.00 на частоте 104,8 МГц.

**БОЛГАРИЯ,** София. "Радио Болгария" с наступлением летнего сезона вещает на русском языке с 02.00 до 03.00 на частотах 5900 и 7500 кГц; с 14.00 до 15.00 — на частотах 9900, 11700 и 13800 кГц; с 18.00 до 19.00 — на частотах 9900 и 11700 кГц; с 23.00 до 24.00 — на частоте 11900 кГц.

**БРАЗИЛИЯ.** Передачи радиостанции "Anhanguera" слышны в Сибири на португальском языке после 00.02 на частоте 4915 кГц, а радиостанции "Rural" с 02.20 до 02.30 — на частоте 4765 кГц.

**ВЬЕТНАМ,** Ханой. По 2 сентября 2000 года радиостанция "Голос Вьетнама" будет работать на русском языке по следующему расписанию: с 11.30 до 12.00 — на частотах 9840 и 12020 кГц; с 16.30 до 17.00 — на частотах 7145 и 9730 кГц; с 19.00 до 19.30 — на частоте 12030 кГц.

**ВЕЛИКОБРИТАНИЯ.** В Лондоне с 13.00 до 14.00 на частоте 558 кГц начала выходить в эфир радиостанция "Первое русское радио". Программы станции рассчитаны на русскоговорящих жителей Великобритании, которых насчитывается в этой стране не менее 200 тысяч.

**ГВАТЕМАЛА.** Здесь заработала новая КВ станция "Radio Verdad". Ее передачи на английском и испанском языках слышали с 11.36 до 12.20 на частоте 4052,5 кГц.

**ГЕРМАНИЯ,** Кельн. С 26 марта текущего года радиостанция "Немецкая волна" работает по следующему расписанию: на Москву вещание ведется с 03.00 до 04.00 и с 14.00 до 20.00 на частоте 693 кГц; на Санкт-Петербург — в те же часы на частоте 1188 кГц; на юг европейской части России, Украину и страны Закавказья — с 04.45 до 05.30, с 15.00 до 16.00 и с 18.00 до 19.00 на частоте 999 кГц.

Кроме того, "Немецкая Волна" ведет передачи на русском языке с 00.00 до 01.00 — на частотах 7105, 9690, 5925, 9640, 11975, 12045 и 15135 кГц; с 03.00 до 04.00 — на частотах 5955, 7105 и 9545 кГц; с 04.30 до 05.30 — на частотах 9545 и 11655 кГц; с 14.00 до 18.00 — на частотах 9715, 9800, 11915 и 17570 кГц; с 18.00 до 20.00 — на частотах 5980, 9715 и 11915 кГц.

**КАНАДА,** Монреаль. Международное Канадское радио ("RCI") с 26 марта 2000 г. вещает на русском языке: в 15.00 — на частотах 11935, 15325 и 17820 кГц; в 17.00 — на частотах 11735, 15325 и 17820 кГц; в 22.00 — на частотах 13710 и 12075 кГц.

**КОЛУМБИЯ.** Передача радиостанции "Radiodifusion Nacional de Columbia" на испанском языке принята в 22.02 на частоте 4955 кГц.

**КОСТА-РИКА.** Передачи университетской радиостанции "Radio Universidad de Costa Rica" на испанском языке были слышны с 05.45 до 06.00 на частоте 6105 кГц.

**ПЕРУ.** Передачи радиостанции "Radiodifusion Huancabamba" на испанском языке приняты с 23.56 до 00.08 на частоте 6535,7 кГц, а радиостанции "Comunicados" — в 01.54 на частоте 3920 кГц.

**СОЛОМОНОВЫ ОСТРОВА.** Радио Соломоновых островов принято в Европе в 07.00 на частотах 5020 и 9580 кГц.

**Хорошего приема и 73!**

Время — UTC.




E-mail: dx-bc@paguo.ru тел. 208-83-05

# УКВ ПРИЕМНИК

**И. ПОТАЧИН, г. Фокино Брянской обл.**

***В сравнительно недалеком прошлом в нашей стране была широко развита сеть проводного радиовещания с абонентскими громкоговорителями. Сегодня радиослушатели отдают предпочтение УКВ ЧМ радиоприемникам, тем более что с каждым годом увеличивается число радиостанций, ведущих передачи в диапазонах УКВ-1 (65,8...74 МГц) и УКВ-2 (88...108 МГц). О том, как устаревшие проводные устройства можно превратить в УКВ приемники, рассказывает автор публикуемой статьи.***

Если у вас сохранился абонентский громкоговоритель, то, используя его корпус с динамической головкой, вы без особых затрат изготовите предлагаемый здесь несложный сетевой УКВ радиоприемник. Для этого не потребуются дефицитные или дорогие детали.

Как известно, одним из самых сложных узлов УКВ приемника является тракт радиоприема. Но с появлением специализированных микросхем, например, TDA7021 (отечественный аналог К174ХА34) и К174ХА42, изготовить такой узел не так уж трудно.

Принципиальная схема приемника приведена на **рис. 1.** Он состоит из усилителя радиочастоты на транзисторе VT1, узла обработки ЧМ сигнала на микросхеме DA1, усилителя мощности ЗЧ на транзисторах VT5—VT11 и блока питания.

Сигнал радиостанции, принятый антенной WA1 через антенное гнездо XW1, конденсатор C1 и катушки L1 и L2, поступает на базу транзистора VT1. Входной колебательный контур L1C3 при этом настроен на середину диапазона УКВ-2 для обеспечения небольшого подъема АЧХ в области высоких частот рабочего диапазона. Это необходимо для компенсации уменьшения чувствительности с ростом частоты примененной микросхемы. Усиленный транзистором VT1 радиосигнал выделяется на катушке L3 и через конденсатор C8 поступает на вход микросхемы DA1. Включение микросхемы стандартное, оно приводилось в журнале "Радио", 1995, № 10, с. 62; № 11, с. 45.




Индикатор настройки выполнен на транзисторах VT3, VT4 и светодиоде HL4. Сигнал на него подается с вывода 9 микросхемы DA1. Порог чувствительности индикатора устанавливают подстроечным резистором R4. При точной настройке на станцию светодиод HL4 светится. Настройка на радиостанции осуществляется изменением резонансной частоты колебательных контуров гетеродина микросхемы DA1. В состав контура диапазона УКВ-2 входит катушка L5 с варикапами VD3, VD4, диапазона УКВ-1 — катушка L4, варикап VD2 и конденсатор C22. Коммутация катушек осуществляется переключателем SA1. Секция SA1.2 через резистор R11 одновременно с переключением диапазонов зажигает один из светодиодов HL2 или HL3, сигнализирующих о включении того или иного диапазона УКВ.

Элементом настройки в приемнике служит переменный резистор R6, включенный в цепь стабилизатора напряжения на светодиоде HL1. С движка этого резистора напряжение настройки через резистор R9 поступает на варикапы VD2—VD4, изменяя их емкость.

Питание УРЧ и микросхемы DA1 осуществляется через стабилизатор напряжения на транзисторе VT2 и стабилитроне VD5. Светодиод HL1 служит одновременно индикатором включения приемника в сеть.

Сигнал звуковой частоты (ЗЧ) с вывода 14 микросхемы DA1 через конденсатор C23 и подстроечный резистор R10 поступает на буферный усилитель на транзисторе VT5. Он увеличивает амплитуду сигнала ЗЧ до уровня, необходимого для работы усилителя мощности звуковых частот (УМЗЧ).

УМЗЧ выполнен по двухтактной схеме с непосредственной связью между каскадами на транзисторах VT6—VT11. На его входе имеется регулятор громкости — переменный резистор R18. Цепь обратной связи C33R26R27 служит для коррекции АЧХ усилителя, обеспечивая более приятное звучание. Усилитель нагружен на динамическую головку BA1 через конденсатор C35.

Блок питания приемника выполнен на понижающем трансформаторе T1 с выпрямителем на диодном мосте VD9. Выходное напряжение стабилизировано устройством на транзисторе VT12 и стабилитроне VD8.

Вместо микросхемы TDA7021, как уже отмечалось, в приемнике можно применить ее отечественный аналог —

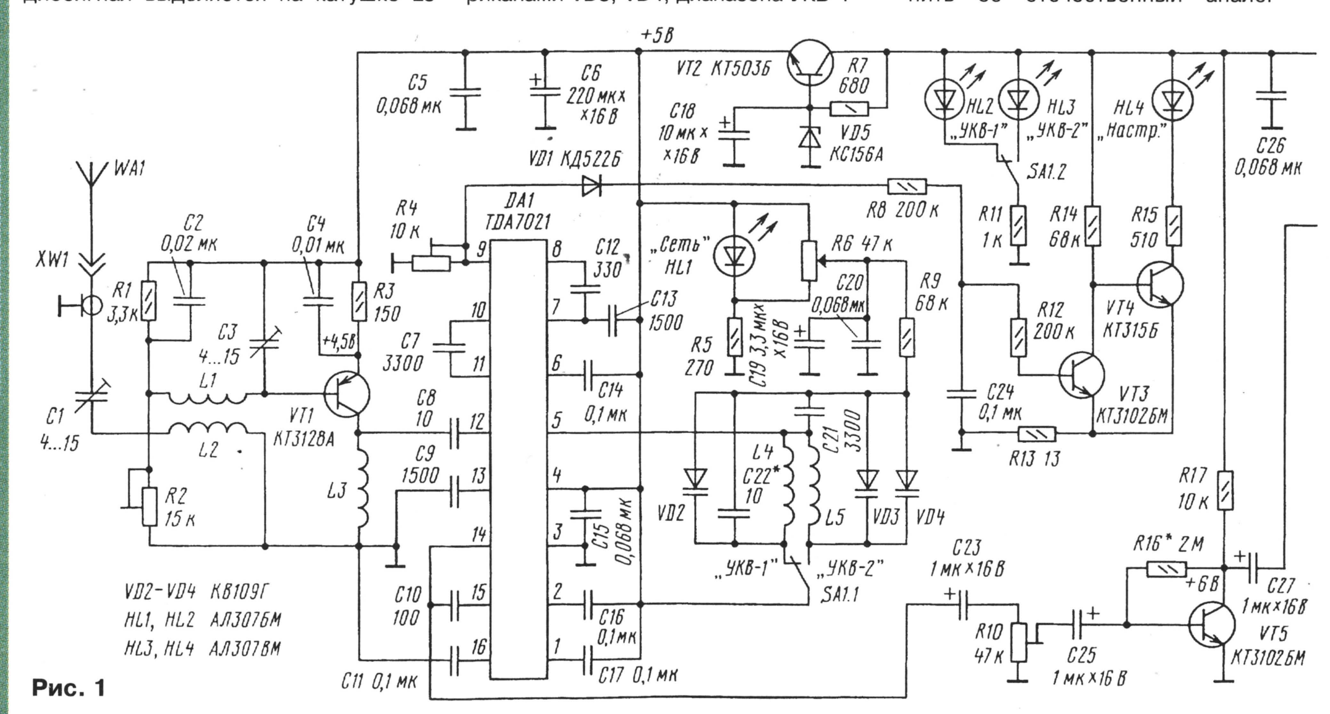



**Рис. 1**



E-mail: receiver@paguo.ru
тел. 208-83-05

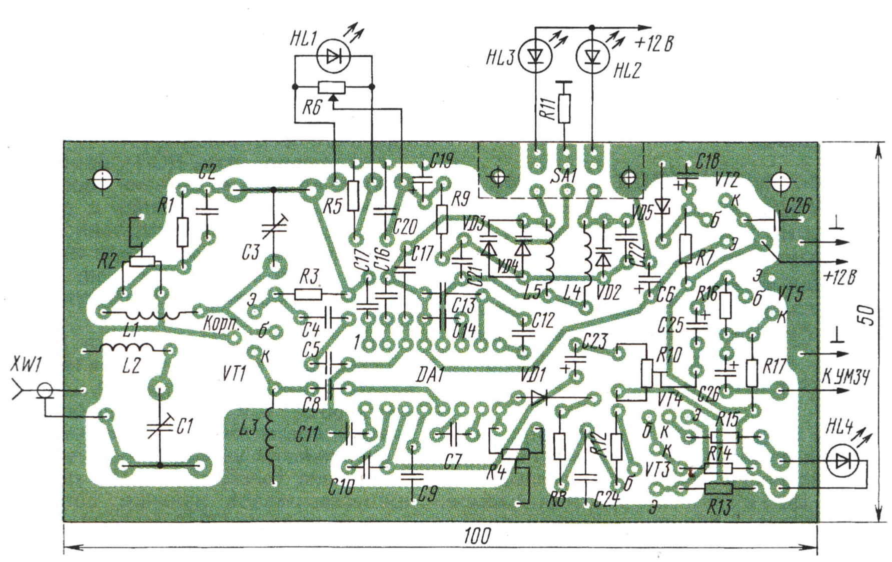



**Рис. 2**

К174ХА34. В качестве транзистора VT1 в УРЧ может работать КТ3127А, КТ363, КТ337, КТ3123 с любыми буквенными индексами. Остальные транзисторы VT3—VT6, VT8 — любые из серий КТ3102, КТ315; VT7—VT9 — КТ361, КТ3107. Транзистор VT2 — любой из серий КТ502, КТ815; VT10 — КТ814, КТ816; VT11, VT12 — КТ815, КТ817 с любыми буквенными индексами.

На место диодов VD1, VD7 можно установить КД522Б, КД521Б, а VD6 — Д2Б, Д9Б. Светодиоды HL1—HL4 подойдут любые из серии АЛ307 или импортные с соответствующими рекомендованными параметрами. Варикапы VD2—VD4 — КВ109, КВ132 с любыми буквенными индексами. Стабилитроны VD5 — КС162А, КС168А, КС147А, VD8 — Д814Д, КС512А, КС213Ж. Конденсаторы в блоке УКВ желательно применить миниатюрные керамические КД-1, КД-2, КМ-4, К10-23; подстроечные С1, С3 — КПК-МН. Возможно применение и других типов, например, КТ4-21, КТ4-25, КТ4-23, но при этом потребуется изменить рисунок печатной платы.

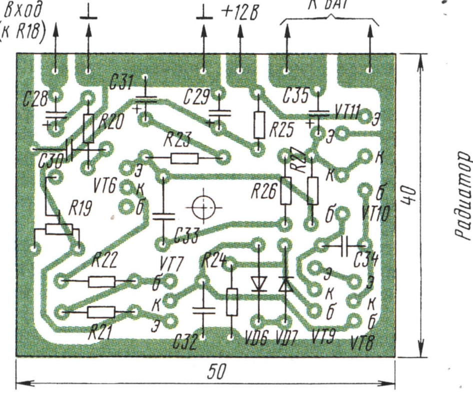
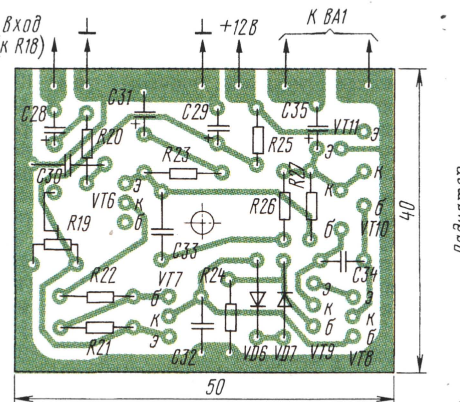




**Рис. 3**

**Рис. 4**

VD6 Д9Б, VD7 КД522Б

Переменный резистор R18 — СП-1, СП3-30 с функциональной характеристикой В; R6 — с линейным перемещением движка СП3-23а длиной 86 мм и сопротивлением 10...100 кОм (функциональная характеристика А). Все подстроечные резисторы — СП3-38, СП3-27. Динамическая головка BA1 — любая мощностью до 3 Вт, например, 1ГДШ-9, 1ГДШ-11, 2ГДШ-7, 3ГДШ-22 и др.

Катушка L1 имеет 3,5 витка провода ПЭВ 0,3 мм, L2 — 2,5 витка провода ПЭВ-0,1 мм, намотка рядовая, и обе расположены на одном каркасе из полистирола диаметром 5 мм. Катушка L3 имеет 20 витков провода ПЭВ 0,5 мм, намотана виток к витку на оправке диаметром 2 мм. Катушки гетеродина бескаркасные, L4 имеет 7 витков провода ПЭВ 0,8 мм, ее внутренний диаметр — 6 мм, а катушка L5 — 5 витков провода ПЭВ 0,5 мм, внутренний диаметр 4 мм.

В качестве переключателя диапазонов SA1 применен движковый переключатель от импортной магнитолы, но можно применить любой подходящий, например П2К.

Трансформатор питания Т1 использован от импортного сетевого адаптера, но применим любой мощностью 5...10 Вт с напряжением на вторичной обмотке 12...15 В.

Большинство деталей приемника смонтированы на трех печатных платах: радиочастотная часть — **рис. 2,** УМЗЧ — **рис. 3** и блока питания — **рис. 4.** Эти платы установлены в корпусе, в качестве которого, как уже упоминалось, можно применить корпус абонентского громкоговорителя, но можно изготовить и самодельный, как изображено на фото в заставке и на **рис. 5.** На боковых стенках корпуса размещают антенное гнездо и колодку для установки предохранителя. Остальные органы управления и настройки — на лицевой панеле. Перемещение движка резистора R6 выполнено от ручки настройки через верньерное устройство. Все соединения между отдельными платами выполнены гибким монтажным проводом. С антенным гнездом плата УКВ соединена отрезком коаксиального кабеля.

Если приемник изготавливается как настенный, то на задней стенке корпуса (съемной) необходимо предусмотреть отверстия для крепления на стене.

Налаживание приемника несложно. Вначале подстроечным резистором R19 устанавливают половину напряжения питания на коллекторах транзисторов

**(Окончание см. на с. 43)**

E-mail: receiver@paguo.ru
тел. 208-83-05

# ВНУТРИСХЕМНЫЕ ЭМУЛЯТОРЫ ЦСП ФИРМЫ ZiLOG

*И. ЧУДАКОВ, инженер компании ZiLOG*

***С цифровыми сигнальными процессорами (ЦСП или, как их еще называют, DSP – Digital Signal Processors) фирмы ZiLOG читатели журнала познакомились в "Радио", № 5 и 6 за 1999 г. До недавнего времени их широкое применение сдерживалось непомерно высокой стоимостью фирменных отладочных средств (например, цена внутрисхемного эмулятора для МК Z89323 – около 2000 долл.). Положение коренным образом изменилось с появлением новых, относительно недорогих эмуляторов Z8932xxxZEM. О них и рассказывается в статье.***

Архитектура ядра ЦСП Z89C00 фирмы ZiLOG описана в [1, 2]. На его базе компания выпускает ЦСП широкого применения Z893x1 и Z893x3, а также ряд специализированных микросхем, применяемых в телефонии, телевидении, беспроводной связи.

По своим показателям эти ЦСП не претендуют на первые места в мире цифровой обработки сигналов, скорее, они призваны заполнить разрыв между микроконтроллерами и ЦСП таких известных фирм, как TI, Motorola, Analog Devices. Разработчики устройств на базе широко распространённых контроллеров семейств MCS-51, Z8, PICmicro могут, наверное, вспомнить не один случай, когда приходилось пожалеть, что не хватает мощности контроллера, чтобы сделать, например, фильтрацию сигнала, которая существенно улучшила бы параметры устройства. Вроде и фильтр нужен небольшой, да и БПФ (быстрое преобразование Фурье) на небольшое число точек тоже мог бы помочь, но это требует столько ресурсов, что ничего другого просто не успеть сделать. Применять широко известные мощные ЦСП рука не поднимается – все равно, что из пушки по воробьям... Вот тут-то и могут пригодиться ЦСП компании ZiLOG.

Но любой ЦСП доставит много неприятных минут при разработке устройства, если нет средств отладки – программного симулятора или аппаратного эмулятора. За последние два года ZiLOG выпустила две разновидности эмуляторов, в которых отошла от своей странной традиции производства дорогих (до 2000 долл.) эмуляторов ЦСП. Теперь можно приобрести полнофункциональные внутрисхемные эмуляторы за 100 долл., что вполне доступно небольшой фирме. Здесь уместно напомнить, что монстры индустрии за аналогичную цену продают так называемые платы разработки (Evaluation Boards), которые позволяют только загрузить программу, запустить ее, подав на процессор входной сигнал, и наблюдать, что происходит на выходе, без возможности остановки программы, пошагового выполнения и анализа внутренних ресурсов на каждом шаге.

Эмуляторы второй разновидности обладают возможностями как внутрисхемного эмулятора, так и платы разработки с достаточно богатой периферией, имитирующей реальные внешние устройства. Все новые эмуляторы имеют встроенный программатор OTP (One Time Programmable – однократно программируемые), что позволяет немедленно после отладки запрограммировать ЦСП и запустить разрабатываемое устройство в режиме реальной работы.

Чтобы в дальнейшем лучше понимать архитектуру эмуляторов, рассмотрим вкратце встроенную в ЦСП периферию. Итак, Z893x1 включают в себя:

– интерфейс кодека, работающий в одном из четырех режимов: восьмиразрядного кодека со сжатием по m-закону, восьмиразрядного кодека без сжатия, 16-разрядного линейного кодека и 64-разрядного стереокодека (два канала по 16 разрядов плюс 32 разряда служебной информации);

– 13-разрядный таймер общего назначения, который можно включить последовательно с делителем интерфейса кодека, если последний не используется;

– три вектора прерывания;

– генератор тактов ожидания для медленных внешних устройств;

– 16-разрядную динамическую шину данных;

– два разряда статических входных и столько же разрядов выходных данных. Входные данные могут непосредственно использоваться для условных переходов.

Периферия ЦСП Z893x3 более разнообразна и содержит:

– восьмиразрядный четырехканальный АЦП;

– два 16-разрядных таймера/счетчика с восьмиразрядными предварительными делителями. Каждый таймер может работать в 12 различных режимах;

– 16-разрядный таймер общего назначения;

– SPI – последовательный интерфейс, совместимый с аналогичным портом разработки Motorola;

– три входа прерываний от внешних устройств;

– гибкую систему прерываний, позволяющую подключать любой из восьми перечисленных источников прерываний к любому из трех векторов;

– генератор тактов ожидания для медленных внешних устройств;

– систему ФАПЧ для работы от часового кварца на частоту 32768 Гц;

– 16-разрядную динамическую шину данных;

– один 16-разрядный и два восьмиразрядных статических порта с независимым побитным управлением на ввод/вывод;

– два четырехразрядных однонаправленных порта;

– распределение ресурсов портов по банкам, что позволило уменьшить ограничение разрядности регистрового адресного пространства.

Как видно, эти ЦСП, особенно Z893x3, во многих случаях способны заменить микроконтроллер с достаточно разветвленной встроенной периферией. Более подробную информацию о них можно найти на сайте *http://www.zilog.com/products/dspspecs.html*.

Итак, что же представляют собой описываемые эмуляторы и как их различить? Начнем с обозначений. Сочетания цифр 01, 02 и 11, 12 в конце обозначения – соответственно американский и европейский варианты исполнения. Их отличие только в том, что первый предусматривает наличие сетевого блока питания на 110 В, поэтому в дальнейшем ограничимся сочетаниями 01 или 02. Также для единообразия упомянем, что базовыми ЦСП являются Z89321 [3] и Z89323 [4], которые и будут упоминаться. Это процессоры с масочным ПЗУ. Z89223 – то же, что и Z89323, но в 44-выводном корпусе. А номера с цифрой 7 в середине (371, 373, 273) означают OTP ЦСП. Наконец, буквы ZEM в конце обозначения – сокращение слов ZiLOG Emulator.

Выпускаются следующие разновидности эмуляторов: Z8932101ZEM [5] – недорогой эмулятор ЦСП Z89321, Z8932102ZEM [6] – комбинация эмулятора и платы разработки (Evaluation Board) для этого же процессора, Z8932301ZEM [7] и Z8932302ZEM [8] – соответственно недорогой эмулятор и комбинация эмулятора и платы разработки для ЦСП Z89323. Все они имеют одинаковую структуру (отличия только в части внешней периферии для эмуляторов разновидности 02) и позволяют программировать OTP. Каждый эмулятор комплектуется адаптером для программирования, по крайней мере, одного типа корпуса из используемых для данного ЦСП.

Все эмуляторы поставляются с единой системой разработки программ ZDS (ZiLOG Development Studio), последнюю версию которой можно загрузить с сайта *http://www.zilog.com.* ZDS включает в себя редактор, ассемблер и отладчик, взаимодействующий с эмулятором. Программные симуляторы ZiLOG не выпускает.

Рассмотрим структуру и возможности приборов подробнее.

## ЭМУЛЯТОРЫ Z8932101ZEM И Z8932301ZEM

При их разработке ставилась задача максимального удешевления себестоимости устройств и их использования при полном сохранении возможностей дорогостоящих эмуляторов старого поколения. В результате получилась небольшая открытая плата (первое, что делали 95 % пользователей, – снимали крышку корпуса и никогда уже не ставили ее обратно) с простым (не лабораторным) источником питания, с более

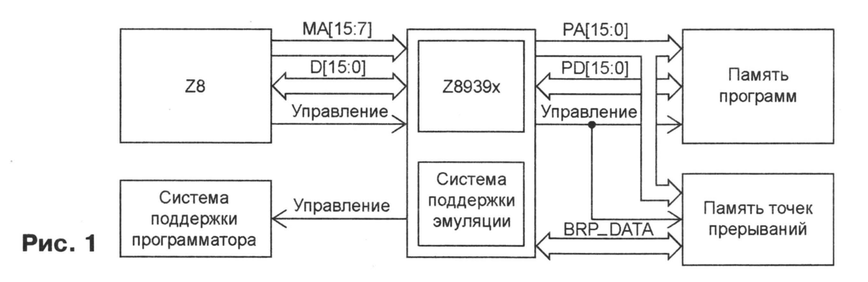



Рис. 1

простой в регулировке во время производства и лучшими возможностями по использованию внутренней периферией (для Z89323). Естественно, ради снижения стоимости пришлось кое-чем пожертвовать: в эмуляторах используется дешевая колодка программатора и отсутствует адаптер, включаемый в панель эмулируемого ЦСП на плате отлаживаемого устройства. Впрочем, отсутствие адаптера компенсировано довольно красивым конструктивным решением, о чем будет сказано ниже.

Структурная схема эмуляторов разновидности 01 показана на **рис. 1.** Здесь Z8 — коммуникационный процессор, обеспечивающий связь устройства с компьютером через последовательный порт, интерфейс аппаратной части эмулятора с программой отладчика на компьютере и алгоритм программирования OTP.

Z8939x – специально разработанный для эмуляторов процессор, так называемый ICE chip. Его основа — тот же ЦСП, что и эмулируемый, но в него встроена и вся дополнительная логика для обеспечения интерфейса, которая в старых моделях эмуляторов размещалась вокруг процессора. Кстати, это и помогло существенно уменьшить себестоимость эмуляторов. У Z8939x нет внутренней памяти программ, но есть интерфейс для внешней емкостью 64K слов. Память точек прерывания позволяет устанавливать до 64K адресов, где процессор можно остановить во время отладки программы.

Назначение шин следующее: MA[15:7] – девятиразрядная шина адреса процессора Z8; D[15:0] – его шина данных; PA[15:0] и PD[15:0] – соответственно шины адреса и данных памяти программ эмулируемого процессора; BRP_DATA (Breakpoint data) – один разряд данных памяти точек прерываний. При установке адреса прерываний в память записывается 1 по соответствующему адресу. По достижении его в процессе выполнения программ бит возвращается в систему поддержки эмуляции и вызывает процедуру останова процессора.

Для подключения к устройству, в котором должен работать ЦСП, служит разъем на одной из сторон платы (**рис. 2**), куда выведены все контакты процессора Z8939x. Но это не единственный способ стыковки эмулятора с отлаживаемым устройством. На плате есть еще два разъема со всеми контактами, расположенных в непосредственной близости от процессора. Это и является тем достаточно красивым решением, о котором говорилось ранее. Для его реализации необходимо при разработке платы устройства предусмотреть места для установки ответных частей этих двух разъемов. При отладке устройства плату просто "надевают" на эти разъемы. После полной отладки программируют OTP, снимают плату, вставляют запрограммированную микросхему в панель — и получают полностью рабочее устройство.

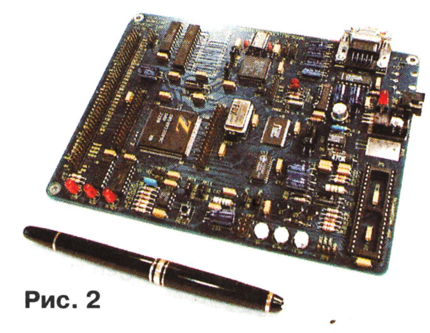


Рис. 2

## ЭМУЛЯТОРЫ Z8932102ZEM И Z8932302ZEM

В отличие от рассмотренных выше эти приборы разрабатывались для использования более традиционным способом – с адаптером эмулятора, вставляемым в панель на плате разрабатываемого устройства. Они предоставляют возможность пользоваться:

— адаптером эмулятора на гибком кабеле;

— специальной розеткой (с нулевым усилием) для программирования OTP. Это — более надежное (чем простая 40-гнездная панель) контактное устройство, позволяющее запрограммировать на эмуляторе гораздо большее число микросхем;

— стандартным для ZiLOG разъемом для подключения логического анализатора компании Hewlett Packard;

— внешней памятью данных, использующей два порта ввода/вывода процессора;

— аналоговым интерфейсом;

— интерфейсом пользователя.

Структурная схема эмуляторов показана на **рис. . 3.** Здесь EA[3:0] и EXT[15:0] – соответственно шины адреса и данных внешних устройств эмулируемого процессора, остальные шины — те же, что и на рис. 1.

Как видно из **рис. 4**, на плате имеется такой же разъем для подключения к разрабатываемой плате (он на переднем плане), как и у эмуляторов Z8932x01ZEM. Это позволяет пользователю ничего не менять в процедуре отладки при переходе от одного типа эмулятора к другому в случае использования этого разъема.

Одно из конструктивных отличий эмуляторов Z8932x02ZEM от Z8932x01ZEM в том, что в них микросхема процессора Z8939x установлена в панели. Благодаря этому ее при выходе из строя в процессе работы можно легко заменить.

Наличие на плате периферии позволяет в ряде случаев имитировать соответствующие узлы будущего устройства и отлаживать алгоритм его работы, не изготавливая опытного образца. Удобно это и при обучении основам цифровой обработки сигналов в учебных заведениях.

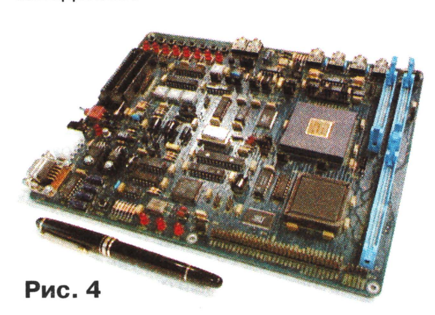


Рис. 4

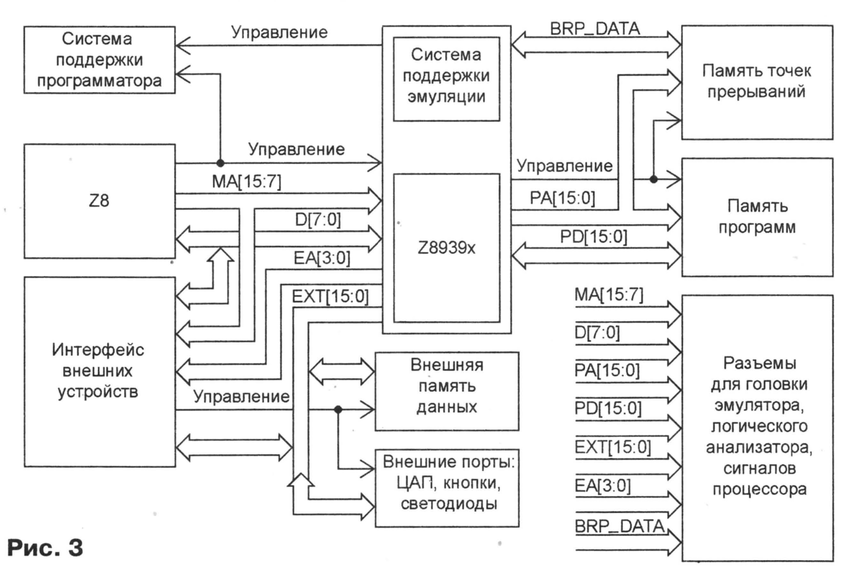



Рис. 3

Несколько слов о периферии на плате. Не секрет, что во многих случаях, особенно при отладке программы, 512 байт памяти данных может оказаться недостаточно. По этой причине в Z8932x02ZEM к внутренней памяти данных добавлена внешняя объемом 64 Кбайт. Конечно, это не замена внутренней памяти со скоростью доступа в один такт к любой ячейке, но иногда она может существенно помочь. Например, архитектура процессоров позволяет производить однотактное умножение данных из памяти на содержимое регистра. Внешняя память данных подключена как регистр, и схемотехника обращения к памяти выполнена таким образом, что при обращении к памяти адрес автоматически увеличивается на единицу. Таким образом, есть возможность работы с большим числом коэффициентов или с несколькими фильтрами, общая длина которых превышает объем памяти данных.

Интерфейс пользователя очень простой — восемь светодиодов и столько же кнопок, обслуживаемых одним из внешних регистров.

Аналоговый интерфейс этих двух эмуляторов различен, поскольку различны методы приема аналоговой информации у процессоров Z893x1 и Z893x3. В эмуляторе Z8932102ZEM для общения с аналоговыми устройствами используется μ-кодек в типовой схеме включения. Поскольку у процессоров Z893x3 есть собственный восьмиразрядный четырехканальный АЦП, аналоговая часть эмулятора Z8932302ZEM включает в себя четырехканальный предварительный усилитель, четыре ФНЧ с управляемой частотой среза, восьмиразрядный ЦАП, сглаживающий фильтр, аналогичный входным, и буферный выходной усилитель. Собственно, именно аналоговые части эмуляторов показывают различные методы общения процессоров с внешним аналоговым миром в системах обработки сигналов и могут служить прототипом при разработке собственной конструкции.

В целом можно сказать, что эмуляторы ЦСП фирмы ZiLOG представляют собой достаточно удобный инструмент как для работы, так и для практического изучения основ цифровой обработки сигналов.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Кругликов С.** Цифровые сигнальные процессоры фирмы ZiLOG. – Радио, 1999, № 5, с. 27, 28; № 6, с. 26, 27.

2. Z89C00 DSP. Core Application Instruction Set. – ZiLOG corp., 1999.

3. Z89321 Product Specification. 16-Bit Digital Signal Processors. – ZiLOG corp., 1999.

4. Z89323 Product Specification. High-Performance 16-Bit Digital Signal Processor with A/D Converter. – ZiLOG corp., 1999.

5. Z8932101ZEM/Z8932111ZEM Low Cost Emulators. User's Manual. – ZiLOG corp., 1998.

6. Z8932102ZEM/Z8932112ZEM Emulation/Evaluation Board. User's Manual. – ZiLOG corp., 1998.

7. Z8932301ZEM/Z8932311ZEM Low Cost Emulators. User's Manual. – ZiLOG corp., 1998.

8. Z8932102ZEM/Z8932112ZEM Emulation/Evaluation Board. User's Manual. – ZiLOG corp., 1998.

# PSPICE-МОДЕЛИ ДЛЯ ПРОГРАММ МОДЕЛИРОВАНИЯ

*О. ПЕТРАКОВ, г. Москва*

## ДИОД

Форма описания включения диода в схеме:

D<имя> <узел(+)> <узел(–)> [<имя модели>]

Форма описания модели:

.MODEL <имя модели> D [<параметры модели>]

Список параметров модели диода приведен в **табл. 7.**

Примеры моделей отечественных диодов:

.MODEL KD503A D (IS=7.92E–13
+ RS=2.3 CJO=1.45p M=0.27
+ TT=2.19E–9 VJ=0.71 BV=30
+ IBV=1E–11 EG=1.11 FC=0.5 XTI=3
+ N=1.11)

.MODEL KD522A D (IS=2.27E–13
+ RS=1.17 CJO=2.42p M=0.25
+ TT=2.38n VJ=0.68 BV=50 IBV=1E–11
+ EG=1.11 FC=0.5 XTI=3 N=1)

.MODEL KD220A D (IS=1.12E–11
+ N=1.25 RS=7.1E–2 CJO=164.5p
+ TT=1.23E–9 M=0.33 VJ=0.65 BV=400
+ IBV=1E–11 EG=1.11 FC=0.5 XTI=3)

.MODEL KD212A D (IS=1.26E–10
+ N=1.16 RS=0.11 CJO=140.7p M=0.26
+ TT=1.27E-8 VJ=0.73 BV=200
+ IBV=1E–10 EG=1.11 FC=0.5 XTI=3)

.MODEL KS133A D (IS=89E–15
+ N=1.16 RS=25 CJO=72p TT=57n
+ M=0.47 VJ=0.8 FC=0.5 BV=3.3 IBV=5u
+ EG=1.11 XTI=3)

.MODEL D814A D (IS=.392E–12
+ N=1.19 RS=1.25 CJO=41.15p
+ TT=49.11n M=0.41 VJ=0.73 FC=0.5
+ BV=8 IBV=0.5u EG=1.11 XTI=3)

.MODEL D814G D (IS=.1067E–12
+ N=1.12 RS=3.4 CJO=28.08p
+ TT=68.87n M=0.43 VJ=0.75 FC=0.5
+ BV=11 IBV=1u EG=1.11 XTI=3)

## БИПОЛЯРНЫЙ ТРАНЗИСТОР

Форма описания включения биполярного транзистора в схеме:

Q<имя> <узел коллектора> <узел базы> <узел эмиттера> [<имя модели>]

Форма описания модели:

.MODEL <имя модели> NPN [<параметры модели>]; биполярный транзистор структуры n-p-n

.MODEL <имя модели> PNP [<параметры модели>]; биполярный транзистор структуры p-n-p

Список параметров модели биполярного транзистора приведен в **табл. 8.**

## ПОЛЕВОЙ ТРАНЗИСТОР С УПРАВЛЯЮЩИМ P-N ПЕРЕХОДОМ

Форма описания включения полевого транзистора в схеме:

J<имя> <узел стока> <узел затво-

**Таблица 7**

| Имя | Параметр | Размерность | По умолчанию |
|---|---|---|---|
| AF | Показатель степени в формуле фликкер-шума | — | 1 |
| BV | Обратное напряжение пробоя (положительное значение) | В | 8 |
| CJO | Барьерная емкость при нулевом смещении | Ф | 0 |
| EG | Ширина запрещенной зоны | эВ | 1,11 |
| FC | Коэффициент нелинейности барьерной емкости прямосмещенного перехода | — | 0,5 |
| IBV | Начальный ток пробоя, соответствующий напряжению BV (положительное значение) | А | $10^{-10}$ |
| IBVL | Начальный ток пробоя низкого уровня | А | 0 |
| IKF | Предельный ток при высоком уровне инжекции | А | 8 |
| IS | Ток насыщения при температуре 27 °С | А | $10^{-14}$ |
| ISR | Параметр тока рекомбинации | А | 0 |
| KF | Коэффициент фликкер-шума | — | 0 |
| M | Коэффициент лавинного умножения | — | 0,5 |
| N | Коэффициент инжекции | — | 1 |
| NBV | Коэффициент неидеальности на участке пробоя | — | 1 |
| NBVL | Коэффициент неидеальности на участке пробоя низкого уровня | — | 1 |
| NR | Коэффициент эмиссии для тока ISR | | 2 |
| RS | Объемное сопротивление | Ом | 0 |
| TVL1 | Линейный температурный коэффициент BV | $°C^{-1}$ | 0 |
| TVL2 | Квадратичный температурный коэффициент BV | $°C^{-2}$ | 0 |
| TIKF | Линейный температурный коэффициент IKF | $°C^{-1}$ | 0 |
| TRS1 | Линейный температурный коэффициент RS | $°C^{-1}$ | 0 |
| TRS2 | Квадратичный температурный коэффициент RS | $°C^{-2}$ | 0 |
| TT | Время переноса заряда | с | 0 |
| VJ | Контактная разность потенциалов | В | 1 |
| XTI | Температурный коэффициент тока насыщения | — | 3 |
| T_ABC | Абсолютная температура | °С | 27 |
| T_MEASURED | Температура измерения | °С | 27 |
| T_REL_GLOBAL | Относительная температура | °С | 0 |
| T_REL_LOCL | Разность между температурой диода и модели-прототипа | °С | 0 |

*Продолжение. Начало см. в "Радио", 2000, № 5*

ра> <узел истока> [<имя модели>]

Форма описания модели:

.MODEL <имя модели> NJF [<параметры модели>]; полевой n-канальный транзистор

.MODEL <имя модели> PJF [<параметры модели>]; полевой p-канальный транзистор

Список параметров модели полевого транзистора приведен в **табл. 9.**

Примеры моделей транзисторов:

.model IDEAL NPN; идеальный транзистор.

```
.model KT3102A NPN (Is=5.258f Xti=3
+ Eg=1.11  Vaf=86  Bf=185  Ne=7.428
+ Ise=28.21n Ikf=.4922 Xtb=1.5 Var=25
+ Br=2.713 Nc=2 Isc=21.2p Ikr=.25 Rb=52
+ Rc=1.65 Cjc=9.921p Vjc=.65 Mjc=.33
+ Fc=.5  Cje=11.3p  Vje=.69  Mje=.33
+ Tr=57.71n  Tf=611.5p  Itf=.52  Vtf=80
+ Xtf=2)
.model KT3102B NPN (Is=3.628f Xti=3
+ Eg=1.11  Vaf=72  Bf=303.3  Ne=13.47
+ Ise=43.35n Ikf=96.35m Xtb=1.5 Var=30
+ Br=2.201  Nc=2  Isc=5.5p  Ikr=.1  Rb=37
+ Rc=1.12  Cjc=11.02p  Vjc=.65  Mjc=.33
+ Fc=.5  Cje=13.31p  Vje=.69  Mje=.33
+ Tr=41.67n  Tf=493.4p  Itf=.12  Vtf=50
+ Xtf=2)
.model KT3107A PNP (Is=5.2f Xti=3
+ Eg=1.11 Vaf=86 Bf=140 Ne=7.4 Ise=28n
+ Ikf=.49 Xtb=1.5 Var=25 Br=2.7 Nc=2
+ Isc=21p Ikr=.25 Rb=50 Rc=1.65 Cjc=10p
+ Vjc=.65 Mjc=.33 Fc=.5 Cje=11.3p Vje=.7
+ Mje=.33 Tr=58n Tf=62p Itf=.52 Vtf=80
+ Xtf=2)
.model KT312A NPN (Is=21f Xti=3
+ Eg=1.11 Vaf=126.2 Bf=86.76 Ne=1.328
+ Ise=189f Ikf=.164 Nk=.5 Xtb=1.5 Br=1
+ Nc=1.385  Isc=66.74p  Ikr=1.812
+ Rc=0.897  Rb=300  Cjc=8p  Mjc=.29
+ Vjc=.692 Fc=.5 Cje=26.53p Mje=.333
+ Vje=.75 Tr=10n Tf=1.743n Itf=1)
.model 2T630A NPN (Is=17.03f Xti=3
+ Eg=1.11  Vaf=123  Bf=472.7  Ne=1.368
+ Ise=163.3f  Ikf=.4095  Xtb=1.5  Var=75
+ Br=4.804  Nc=2  Isc=1.35p  Ikr=.21
+ Rb=14.2  Rc=0.65  Cjc=21.24p  Vjc=.69
+ Mjc=.33  Fc=.5  Cje=34.4p  Vje=.69
+ Mje=.33  Tr=50.12n  Tf=1.795n  Itf=.65
+ Vtf=60 Xtf=1.1)
```

## НЕЗАВИСИМЫЕ ИСТОЧНИКИ НАПРЯЖЕНИЯ И ТОКА

Форма описания источников:

V<имя> <узел(+)> <узел(–)> [[DC]<значение> [AC<амплитуда>[фаза]] [<сигнал>(<параметры>)]

I<имя> <узел(+)> <узел(–)> [[DC]<значение> [AC<амплитуда> [фаза]] [<сигнал>(<параметры>)]

Положительным направлением тока считают направление от узла (+) через источник к узлу (–). У источников можно указывать значения для расчетов по постоянному току и переходных процессов DC (по умолчанию – 0), для частотного анализа AC (амплитуда по умолчанию – 0; фазу указывают в градусах, по умолчанию – 0). Для переходного процесса <сигнал> может принимать значения: EXP – экспоненциальная форма сигнала источника, PULSE – импульсный источник, PWL – полиномиальный источник, SFFM – частотно-модулированный источник, SIN – синусоидальная форма сигнала источника.

**Таблица 8**

| Имя | Параметр | Размерность | По умолчанию |
|---|---|---|---|
| AF | Показатель степени, определяющий зависимость спектральной плотности фликкер-шума от тока через переход | — | 1 |
| BF | Максимальный коэффициент передачи тока в нормальном режиме в схеме ОЭ (без учета тока утечки) | — | 100 |
| BR | Максимальный коэффициент передачи тока в инверсном режиме в схеме ОЭ | — | 1 |
| CJC | Емкость коллекторного перехода при нулевом смещении | Ф | 0 |
| CJE | Емкость эмиттерного перехода при нулевом смещении | пФ | 0 |
| CJS | Емкость коллектор-подложка при нулевом смещении | Ф | 0 |
| EG | Ширина запрещенной зоны | эВ | 1,11 |
| FC | Коэффициент нелинейности барьерной емкости прямосмещенного перехода | — | 0,5 |
| GAMMA | Коэффициент легирования эпитаксиальных областей | — | $10^{-11}$ |
| IKF | Ток начала спада зависимости BF от тока коллектора в нормальном режиме | A | ∞ |
| IKR | Ток начала спада зависимости BF от тока эмиттера в инверсном режиме | A | ∞ |
| IRB | Ток базы, при котором сопротивление базы уменьшается на 50 % полного перепада между RB и RBM | A | ∞ |
| IS | Ток насыщения при температуре 27 °C | A | $10^{-16}$ |
| ISC | Ток насыщения утечки коллекторного перехода | A | 0 |
| ISE | Ток насыщения утечки эмиттерного перехода | A | 0 |
| ISS | Обратный ток p-n перехода подложки | A | 0 |
| ITF | Ток, характеризующий зависимость TF от тока коллектора при больших значениях | A | 0 |
| KF | Коэффициент, определяющий спектральную плотность фликкер-шума | — | 0 |
| MJC | Коэффициент плавности коллекторного перехода | — | 0,33 |
| MJE | Коэффициент плавности эмиттерного перехода | — | 0,33 |
| NC | Коэффициент неидеальности коллекторного перехода | — | 1,5 |
| NE | Коэффициент неидеальности эмиттерного перехода | — | 1,5 |
| NF | Коэффициент неидеальности в нормальном режиме | — | 1 |
| NK | Коэффициент, определяющий множитель Qb | — | 0,5 |
| NR | Коэффициент неидеальности в инверсном режиме | — | 1 |
| NS | Коэффициент неидеальности перехода подложки | — | 1 |
| PTF | Дополнительный фазовый сдвиг на граничной частоте транзистора $f_{гр}=1/(2\pi \cdot TF)$ | град. | 0 |
| QCO | Множитель, определяющий заряд в эпитаксиальной области | Кл | 0 |
| RB | Объемное сопротивление базы (максимальное) при нулевом смещении эмиттерного перехода | Ом | 0 |
| RBM | Минимальное сопротивление базы при большом токе | Ом | RB |
| RC | Объемное сопротивление коллектора | Ом | 0 |
| RCO | Сопротивление эпитаксиальной области | Ом | 0 |
| RE | Объемное сопротивление эмиттера | Ом | 0 |
| TF | Время переноса заряда через базу в нормальном режиме | с | 0 |
| TR | Время переноса заряда через базу в инверсном режиме | с | 0 |
| TRB1 | Линейный температурный коэффициент RB | $°C^{-1}$ | 0 |
| TRB2 | Квадратичный температурный коэффициент RB | $°C^{-2}$ | 0 |
| TRC1 | Линейный температурный коэффициент RC | $°C^{-1}$ | 0 |
| TRC2 | Квадратичный температурный коэффициент RC | $°C^{-2}$ | 0 |
| TRE1 | Линейный температурный коэффициент RE | $°C^{-1}$ | 0 |
| TRE2 | Квадратичный температурный коэффициент RE | $°C^{-2}$ | 0 |
| TRM1 | Линейный температурный коэффициент RBM | $°C^{-1}$ | 0 |
| TRM2 | Квадратичный температурный коэффициент RBM | $°C^{-2}$ | 0 |
| VAF | Напряжение Эрли в нормальном режиме | B | ∞ |
| VAR | Напряжение Эрли в инверсном режиме | B | ∞ |
| VJC | Контактная разность потенциалов коллекторного перехода | B | 0,75 |
| VJE | Контактная разность потенциалов эмиттерного перехода | B | 0,75 |

**Окончание табл. 8**

| | | | |
|---|---|---|---|
| VJS | Контактная разность потенциалов перехода коллектор—подложка | В | 0,75 |
| VO | Напряжение, определяющее перегиб зависимости тока эпитаксиальной области | В | 10 |
| VTF | Напряжение, характеризующее зависимость TF от смещения база—коллектор | В | ∞ |
| XCJC | Коэффициент расщепления емкости база—коллектор CJC | — | 1 |
| XCJC2 | Коэффициент расщепления емкости база—коллектор CJC | — | 1 |
| XTB | Температурный коэффициент BF и BR | — | 0 |
| XTF | Коэффициент, определяющий зависимость TF от смещения база—коллектор | — | 0 |
| XTI | Температурный коэффициент IS | — | 3 |
| T_ABC | Абсолютная температура | °C | 27 |
| T_MEASURED | Температура измерения | °C | 27 |
| T_REL_GLOBAL | Относительная температура | °C | 0 |
| T_REL_LOCL | Разность между температурой транзистора и модели-прототипа | °C | 0 |

Примеры: V2 3 0 DC 12; источник напряжения 12 В, включенный между узлами 3 и 0.

VSIN 2 0 SIN(0 0.2V 1MEG); источник синусоидального напряжения 0,2 В частотой 1 МГц с постоянной составляющей 0 В.

I1 (4 11) DC 2mA; источник тока 2 мА, включенный между узлами 4 и 11.

ISIN 2 0 SIN(0 0.2m 1000); источник синусоидального тока 0,2 мА частотой 1000 Гц с постоянной составляющей 0 мА.

## ЗАВИСИМЫЕ ИСТОЧНИКИ НАПРЯЖЕНИЯ И ТОКА

Зависимые источники широко используют при построении макромоделей. Их применение позволяет простыми средствами имитировать любые зависимости между напряжением и током. Кроме этого, с их помощью очень просто организовать передачу информации от одного функционального блока к другому.

**Таблица 9**

| Имя | Параметр | Размерность | По умолчанию |
|---|---|---|---|
| AF | Показатель степени, определяющий зависимость спектральной плотности фликкер-шума от тока через переход | — | 1 |
| ALPHA | Коэффициент ионизации | В | 0 |
| BETA | Коэффициент пропорциональности | А/В | $10^{-4}$ |
| BETATCE | Температурный коэффициент BETA | %/°C | 0 |
| CGD | Емкость перехода затвор—сток при нулевом смещении | Ф | 0 |
| CGS | Емкость перехода затвор—исток при нулевом смещении | Ф | 0 |
| FC | Коэффициент нелинейности емкости перехода при прямом смещении | — | 0,5 |
| IS | Ток насыщения p-n перехода затвор—канал | А | $10^{-14}$ |
| ISR | Параметр тока рекомбинации p-n перехода затвор-канал | А | 0 |
| KF | Коэффициент, определяющий спектральную плотность фликкер-шума | — | 0 |
| LAMBDA | Параметр модуляции длины канала | 1/В | 0 |
| M | Коэффициент лавинного умножения обедненного p-n перехода затвор—канал | — | 0,5 |
| N | Коэффициент неидеальности p-n перехода затвор-канал | — | 1 |
| NR | Коэффициент эмиссии для тока ISR | В | 2 |
| PB | Контактная разность потенциалов p-n перехода затвора | Ом | 1 |
| RD | Объемное сопротивление области стока | Ом | 0 |
| RS | Объемное сопротивление области истока | | 0 |
| VK | Напряжение ионизации для перехода затвор—канал | В | 0 |
| VTO | Пороговое напряжение | В | –2 |
| VTOTC | Температурный коэффициент VTO | В/°C | 0 |
| XTI | Температурный коэффициент тока IS | — | 3 |
| T_ABC | Абсолютная температура | °C | 27 |
| T_MEASURED | Температура измерений | °C | 27 |
| T_REL_GLOBAL | Относительная температура | °C | 0 |
| T_REL_LOCL | Разность между температурой транзистора и модели-прототипа | °C | 0 |

В PSpice встроены модели зависимых источников:

E – источник напряжения, управляемый напряжением (ИНУН);

F – источник тока, управляемый током (ИТУТ);

G – источник тока, управляемый напряжением (ИТУН);

H – источник напряжения, управляемый током (ИНУТ).

Форма описания зависимых источников:

Первый символ<имя> <узел(+)> <узел(–)> <передаточная функция>

Первый символ имени должен соответствовать типу источника. Положительным направлением тока считают направление от узла (+) через источник к узлу (–). Далее указывают передаточную функцию, которую можно описывать разными способами:

степенным полиномом: POLY (<выражение>);

формулой: VALUE=(<выражение>);

таблицей: TABLE (<выражение>);

преобразованием Лапласа: LAPLACE (<выражение>);

частотной таблицей: FREQ (<выражение>);

полиномом Чебышева: CHEBYSHEV (<выражение>).

Примеры: E1 (12 1) (9 10) 100; источник напряжения, управляемый напряжением между узлами 9 и 10, включенный между узлами 12 и 1 с коэффициентом передачи 100.

EV 23 56 VALUE={3V*SQRT(V(3,2)+ +4*SIN(I(V1)}; источник, включенный между узлами 23 и 56, с функциональной зависимостью от напряжения между узлами 3 и 2 и тока источника V1.

EN 23 45 POLY(2) (3,0) (4,6) 0.0 13.6 0.2 0.005; нелинейный источник напряжения, включенный между узлами 23 и 45, зависящий от напряжения между узлами 3 и 0 V(3,0) и узлами 4 и 6 V(4,6). Зависимость описывает полином $EN=0 + 13,6V_{3,0} + 0,2V_{4,6} + 0,005V_{3,0}^2$.

EP 2 0 TABLE {V(8)}=(0,0) (1,3.3) (2,6.8); источник, включенный между узлами 2 и 0, зависящий от напряжения в узле 8, измеренного относительно общего провода. Далее, после знака равенства, перечислены строки таблицы с указанием пары значений (вход, выход). Промежуточные значения интерполируются линейно.

EL 8 0 LAPLACE {V(10)}={exp(–0.01*S)/ (1+0.1*S)}; задание передаточной функции по Лапласу.

G1 (12 1) (9 10) 0.1; управляемый напряжением V(9,10) источник тока с коэффициентом передачи 0,1.

Тут уместно привести примеры обозначения переменных в программах PSpice: V(9) – напряжение в узле 9, измеренное относительно общего провода.

V(9,10) – напряжение между узлами 9 и 10.

V(R12) – падение напряжения на резисторе R12.

VB(Q1) – напряжение на базе транзистора Q1.

VBE(Q1) – напряжение база–эмиттер транзистора Q1.

I(D1) – ток диода D1.

IC(Q2) – ток коллектора транзистора Q2.

*(Продолжение следует)*

# ЭМУЛЯТОР ПЗУ

*С. БЕЛЯЕВ, Д. ЧЕРНЫХ, г. Тамбов*

***Описываемый в статье эмулятор вместе с компьютером может на время отладки программного обеспечения микропроцессорного устройства заменить его ПЗУ. Это позволит оперативно корректировать программу, экономя время, которое иначе было бы потрачено на перепрограммирование РПЗУ. Эмулятор работает сравнительно медленно, так как в нем нет собственной оперативной памяти. Но по той же причине он прост и дешев.***

Одна из проблем, возникающих при разработке микропроцессорной аппаратуры — отладка записываемой в ПЗУ программы. Обычно для этой цели используют так называемые репрограммируемые ПЗУ (РПЗУ) со стиранием информации ультрафиолетовым облучением. Поскольку любое изменение программы приводит к необходимости стирать РПЗУ и заново записывать в него информацию, отладка отнимает много времени. К тому же после 10—25 циклов, с каждым из которых надежность хранения данных уменьшается, микросхему приходится заменять. Таким образом, творческая работа омрачается нудным механическим процессом перезаписи, не говоря уже о финансовой стороне вопроса — РПЗУ с ультрафиолетовым стиранием недешевы.

Решить проблему поможет эмулятор, принципиальная схема которого показана на **рис. 1.** Вместо микросхемы ПЗУ емкостью до 64 Кбайт в предназначенную для нее панель отлаживаемого устройства вставляют вилку XP1. В зависимости от типа ПЗУ может измениться только порядок подключения проводов эмулятора к контактам вилки (приведенный на схеме соответствует микросхеме 27512 емкостью 64 Кбайт).

Вилку XP2 соединяют с розеткой параллельного порта LPT1 любого IBM-совместимого персонального компьютера (ПК). Так как порт предназначен в основном для передачи данных внешнему устройству (принтеру), он имеет 12 выходных и всего пять входных линий. Это вынуждает мультиплексировать принимаемый компьютером 16-разрядный адрес ПЗУ, что, конечно, сказывается на скорости эмуляции.

Эмулятор состоит из следующих функциональных блоков: тактового генератора (DD1.1—DD1.2), синхронизатора тактовых импульсов (DD2.2, DD3.1), устройства запуска (DD2.1), счетчика импульсов (DD4), формирователя импульсов записи блоков адреса (DD1.5, DD3.3), регистра данных (DD5) и мультиплексора адреса (DD6, DD7).

Работа начинается с приходом от микропроцессорного устройства низкого уровня сигнала CS на вход S (вывод 4) триггера DD2.1 (временные диаграммы сигналов изображены на **рис. 2**). Последний переходит в состояние, соответствующее логической 1 на прямом выходе (вывод 5), соединенном

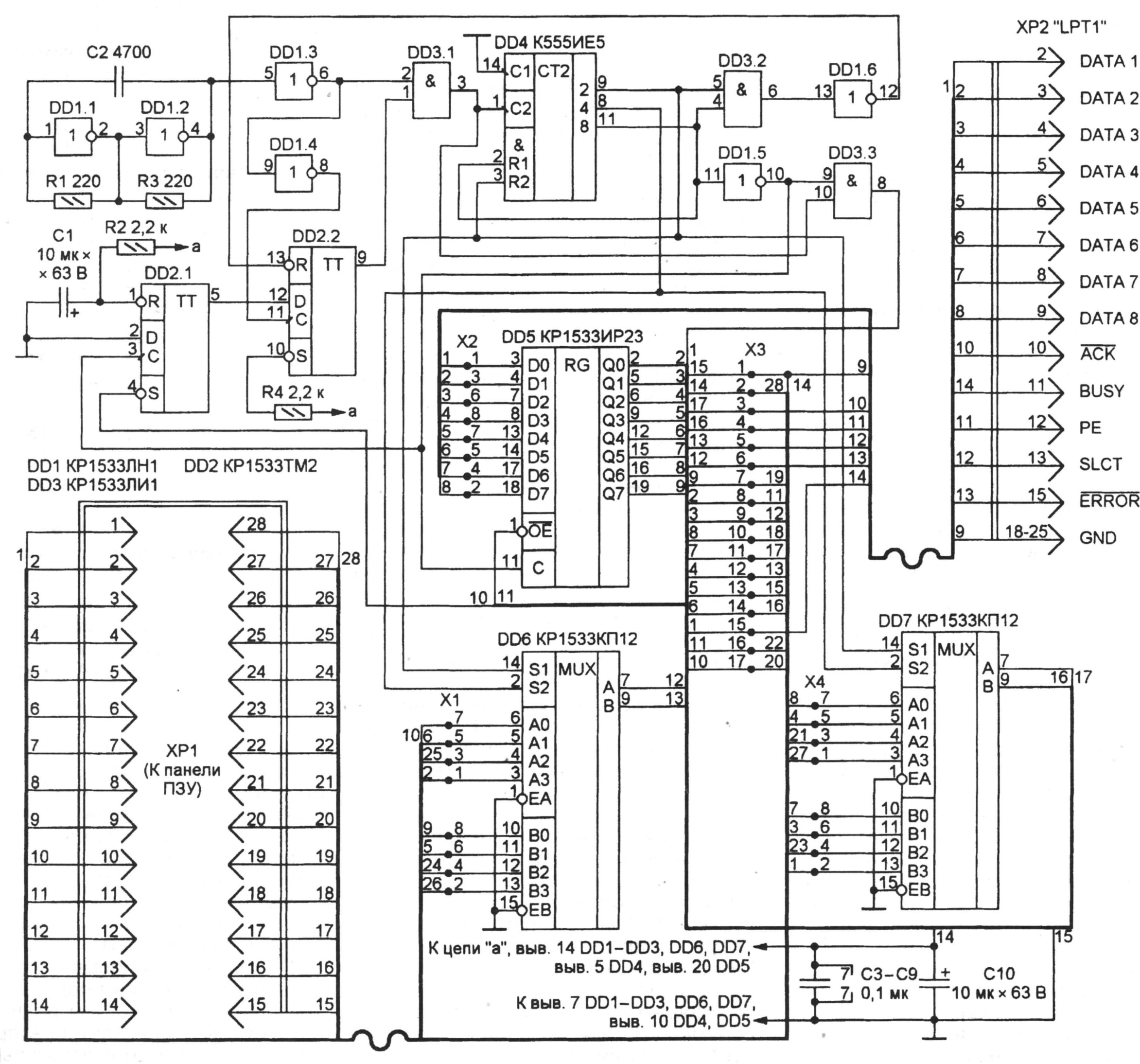



Рис. 1

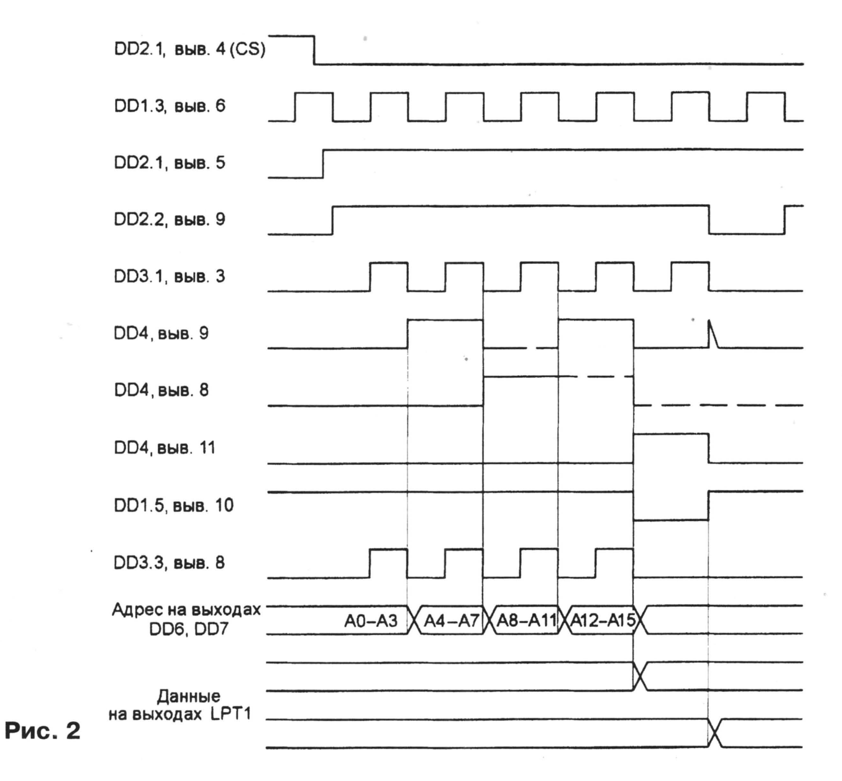



Рис. 2

с входом D (вывод 12) триггера DD2.2. По спаду тактового импульса (это обеспечивает инвертор DD1.4) логическая 1 появляется и на выходе (вывод 9) DD2.2, разрешая прохождение тактовых импульсов на выход элемента DD3.1. Их подсчитывает счетчик DD4, выходные сигналы двух младших разрядов которого управляют мультиплексорами адреса DD6 и DD7. Адрес ПЗУ передается в ПК четырьмя четырехразрядными группами: A0—A3, A4—A7, A8—A11, A12—A15. Для его приема служат входы ERROR, SLCT, ACK, PE параллельного порта.

Счетчик DD4 охвачен обратными связями таким образом, что его коэффициент пересчета равен 5. Именно столько периодов тактовых импульсов занимает цикл эмуляции. В первых четырех импульсы с выхода элемента DD3.4, поступая на вход BUSY порта LPT одновременно с переключением мультиплексоров, синхронизируют процедуру чтения адреса компьютером. В пятом периоде компьютер выдает на выходы DATA1—DATA8 байт данных, который должен находиться в эмулируемом ПЗУ по заданному адресу. Этот байт заносится в регистр DD5. По окончании периода триггер DD2.1 возвращается в исходное состояние. Правда, последнее произойдет лишь при условии, что сигнал CS к этому моменту закончился. В противном случае описанный цикл повторится.

Эмулятор собран на двусторонней печатной плате, чертеж которой показан на **рис. 3.** На плате предусмотрены группы контактных площадок X1—X4, к которым припаивают провода, идущие к вилкам XP1 и XP2.

Вместо микросхем, указанных на принципиальной схеме, допустимо использовать их функциональные аналоги из любых серий ТТЛ или ТТЛШ (К155, К555, КР1533, КР531). При замене микросхемы DD1 может потребоваться подборка элементов тактового генератора (R1, R3, C2), от частоты повторения импульсов которого зависит скорость эмуляции. Устанавливать частоту выше 100 кГц не рекомендуется, так как это может привести к сбоям.

Вилку XP1 можно изготовить из неисправного РПЗУ со стиранием ультрафиолетовым облучением. Разбив прозрачное окно, следует удалить тонкие проводники, соединяющие кристалл с контактными площадками корпуса. Провода кабеля припаивают к внешней части выводов с таким расчетом, чтобы они не мешали вставлять бывшую микросхему в панель.

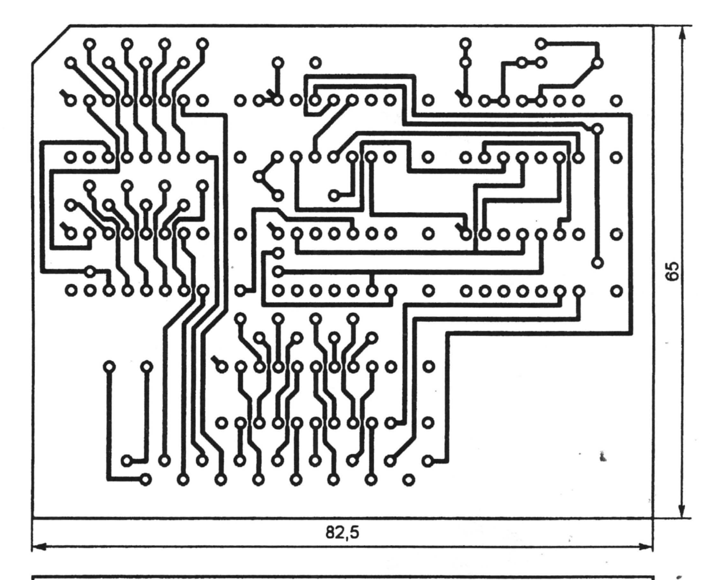
Описанный выше алгоритм работы эмулятора требует перевода микропроцессорного устройства в пошаговый режим. Он удобен для первого "прогона" программы и начальных этапов ее отладки. Чтобы работать в непрерывном режиме, необходимо дополнить эмулятор устройством синхронизации, собрав его по схеме, показанной на **рис. 4.** Оно предназначено для микропроцессора КР580ВМ80А с тактовым генератором КР580ГФ24 и было испытано на компьютере "Радио-86РК". Для микропроцессоров других типов в синхронизатор возможно потребуется внести изменения.

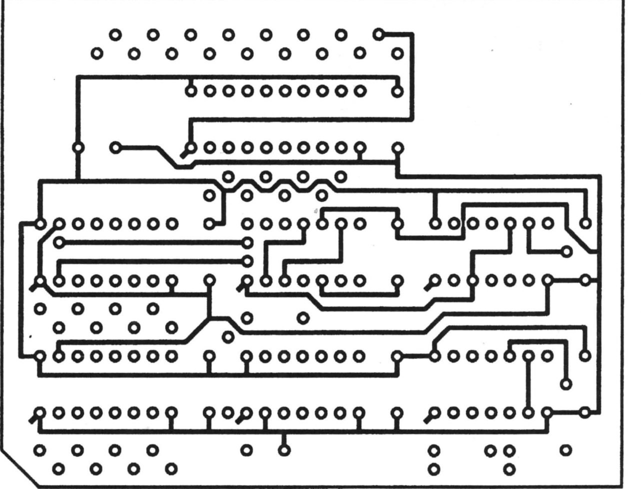
В **таблице** приведена процедура эмуляции ПЗУ компьютером с максимальной скоростью. Она написана на языке АССЕМБЛЕРа, встроенного в систему программирования Borland Pascal, и предназначена для использования в программах, разрабатываемых с помощью этой системы. Глобальной переменной pDATA типа pointer в главной программе должно быть присвоено значение адреса первого элемента массива байтов, содержащего образ эмулируемого ПЗУ. Обмен данными идет с максимальной скоростью за счет минимизации числа обращений к памяти ПК и использования для временного хранения данных регистров процессора (обращение к памяти занимает в несколько раз больше времени, чем операция регистр—регистр).

Особенность описываемой процедуры в том, что она представляет собой бесконечный цикл и ради ускорения работы запрещает все прерывания, в том числе от клавиатуры. Таким

```
Procedure EmulateFast;
assembler;
asm
        cli
        mov dx, 379h
        lds bx, pDATA
{Принимаем A0-A3 в cl}
@@Byte1:in   al, dx
        shl  al, 1
        jc   @@Byte1
        mov  cl, al
@@Povt1:in   al, dx
        shl  al, 1
        jnc  @@Povt1
{Принимаем A4-A7 в ch}
@@Byte2:in   al, dx
        shl  al, 1
        jc   @@Byte2
        mov  ch, al
@@Povt2:in   al, dx
        shl  al, 1
        jnc  @@Povt2
{Принимаем A8-A11 в ah}
@@Byte3:in   al, dx
        shl  al, 1
        jc   @@Byte3
        mov  ah, al
@@Povt3:in   al, dx
        shl  al,1h
        jnc  @@Povt3
{Прием A12-A15 в al}
@@Byte4:in   al, dx
        shl  al,1
        jc   @@Byte4
{Вычисляем 16-разрядный
 адрес}
        and  ax, 0f0f0h
        shr  ah,1
        shr  ah,1
        shr  ah,1
        shr  ah,1
        add  ah, al
        and  cx, 0f0f0h
        shr  cl, 1h
        shr  cl, 1h
        shr  cl, 1h
        shr  cl, 1h
        add  ch, cl
        mov  al,ch
        mov  si,ax
{Выводим байт данных}
        mov  al,[bx][si]
        dec  dx
        out  dx, al
        inc  dx
        jmp  @@Byte1
end;
```

E-mail: chip@paguo.ru
тел. 207-89-00



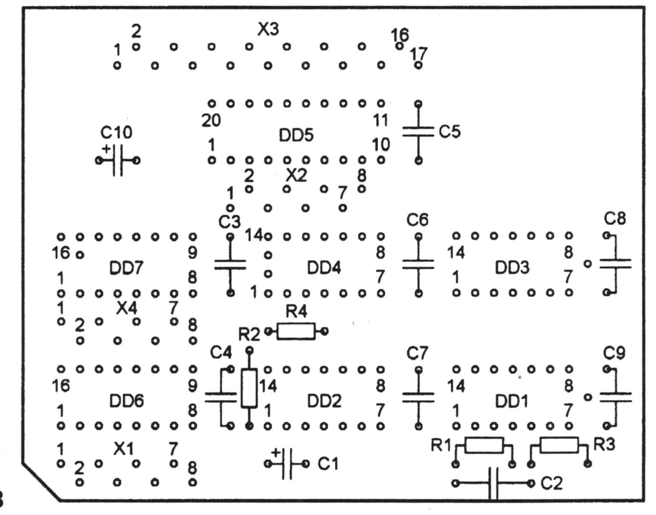



Рис. 3

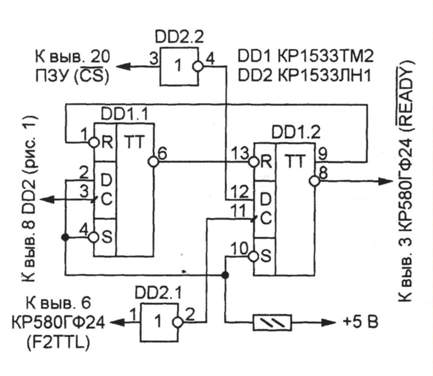



Рис. 4

образом, прекратить эмуляцию можно только, нажав на кнопку "RESET" ПК или выключив его питание. Исключен и вывод на экран монитора ПК какой-либо информации о работе отлаживаемого устройства. Устранить эти недостатки под силу программисту средней квалификации, но лишь ценой замедления работы процедуры.

**Законченную программу эмуляции ПЗУ для операционной системы MS DOS читатели могут найти на официальном сайте журнала "Радио" в Интернете (www.paguo.ru).** Ключами, заданными в командной строке или в конфигурационном файле, устанавливают режим эмуляции, выбирают файл с образом эмулируемого ПЗУ. Приоритет командной строки выше, чем конфигурационного файла.

Предусмотрены следующие ключи:

**-sf** — самая быстрая эмуляция (используется рассмотренная выше процедура);

**-sns** — режим, несколько медленнее предыдущего, так как предусмотрен опрос клавиатуры и выход нажатием клавиши [Esc];

**-sp** — самый медленный режим. На экран монитора выводится адрес каждой ячейки ПЗУ, к которой обращается отлаживаемое устройство, и данные из нее. Отображается также процесс чтения четвертей адреса. Это удобно на начальных этапах отладки микропроцессорного устройства, поскольку позволяет следить за ходом выполнения его программы;

**-f имя_файла** — задает имя файла с образом ПЗУ;

**/y** — отключает контроль равенства длины файла образа ПЗУ информационной емкости последнего;

**/?** — выводит на экран справку о режимах работы эмулятора.

Нажатие клавиши [F2] останавливает текущий процесс считывания адреса и переводит программу в режим ожидания нового.

Образ ПЗУ представляет собой двоичный файл, в котором последовательно, в порядке возрастания адресов, начиная с нулевого, записаны все байты, хранимые в эмулируемом ПЗУ, — коды команд и данных отлаживаемого микропроцессорного устройства. Учтите, что пропуски в последовательности адресов недопустимы. В файл должны быть записаны и значения, находящиеся в неиспользуемых ячейках.

Такой файл может быть создан с помощью кроссассемблера TASM, если вызвать его командной строкой

TASM.EXE -85 -g3 PROG.ASM

Здесь ключ -85 устанавливает тип процессора (8085), для которого предназначена транслируемая программа PROG.ASM, а -g3 задает вывод результата в двоичном виде. Полученный в результате трансляции файл PROG.OBJ может служить образом ПЗУ для эмулятора. ■

# "COMTEK-2000"

*А. ДОЛГИЙ, М. ДОЛГИЙ, г. Москва*




Очередная, одиннадцатая по счету выставка "Comtek" проходила в Москве с 17-го по 21 апреля. Ее самой очевидной особенностью на этот раз было... отсутствие компьютеров. Конечно, не в буквальном смысле. Они присутствовали на каждом стенде и в большом количестве. Но служили не экспонатами, а скорее – средством для показа рекламы фирм-участников.

Этот факт как бы знаменовал завершение важного этапа развития персональных ЭВМ. Несколько ранее его прошли самолеты, автомобили, радиоприемники, телевизоры и многие другие сложные технические изделия. Появление новых вариантов подобной аппаратуры перестало быть сенсацией, а достижение рекордных параметров, будь то скорость и высота полета авиационной техники или объем памяти и неслыханное число операций, выполняемых процессором каждую секунду, – самоцелью разработчиков. Все основные характеристики компьютеров и связанных с ними устройств достигли сегодня уровня, устраивающего (нередко с большим запасом) почти всех потребителей. Появилась надежда, что компьютерные магнаты перестанут в погоне за прибылями заставлять нас выбрасывать на свалку компьютеры, не проработавшие и года, но уже "тормозящие" при запуске суперсовременных версий привычных программ.

Главными лозунгами выставки "Comtek-2000", по заявлениям ее организаторов, были "Интернет" и "Электронная коммерция". Причем последний, по существу, сводился к первому, так как подразумевалась организация торговли самыми разнообразными товарами через Интернет. Не ставя под сомнение важность и перспективность Интернета, нужно все-таки заметить, что в данном случае его чрезмерная популяризация сводила на нет важность и нужность нынешней выставки как таковой.

На стендах рекламировались в основном веб-сайты экспонентов, а на большинство вопросов консультанты отвечали, что ответ можно найти в Интернете по такому-то адресу. Складывалось впечатление, что участники выставки больше озабочены сбором информации о потенциальных потребителях, чем предоставлением им более или менее полных сведений о своей продукции. Практически любой разговор начинался с предложения заполнить довольно подробную анкету о себе и месте работы, а информация ограничивалась прайс-листом и, опять же, отсылкой в Интернет. Часто оказывалось, что изделие представляет вовсе не его разработчик или изготовитель, а фирма, до которой оно дошло через нескольких посредников.

Большее, чем обычно, место занимали фирмы, поставляющие программное обеспечение. Среди них зарубежные Borland-Inprise (визуальные системы разработки прикладных программ C++, Delphi) и Novell (сетевые операционные системы NetWare), отечественные ABBYY (системы распознавания текста FineReader и проверки орфографии Lingvo), "AVP Касперского" (антивирусные программы) и "1С". Последняя, представив свои пакеты программ организации управления предприятиями и бухгалтерского учета, игровые и обучающие программы, "захватила" значительную часть двух главных павильонов и в знак победы пригнала на выставку настоящую боевую машину (**фото 1**) – рекламу компьютерной игры "Killer Tank", водрузив на ней свой флаг. Компьютеры, установленные прямо на броне, давали посетителям возможность оценить достоинства игры.

Среди экспонатов, могущих особенно заинтересовать читателей журнала, следует отметить оборудование для ремонта компьютеров и их периферии, в том числе "винчестеров", представленное ростовской фирмой ACE Laboratory. Одно из изделий – BIOS-test – предназначено для проверки работоспособности микропроцессора. Его вставляют в панель на материнской плате вместо ПЗУ, хранящего коды BIOS компьютера. Если микропроцессор и его "обвязка" работают нормально, на BIOS-test мигает светодиод.

В середине текущего года фирма обещает начать поставки программно-аппаратного комплекса Data Extractor для извлечения пользовательских данных из поврежденных жестких дисков всех модификаций даже с такими неисправностями, как обрыв в головках чтения/записи.

Вообще, приборов и устройств для ремонта и обслуживания электронной аппаратуры, в том числе компьютеров, было довольно много. Среди них мультиметры,



Фото 1

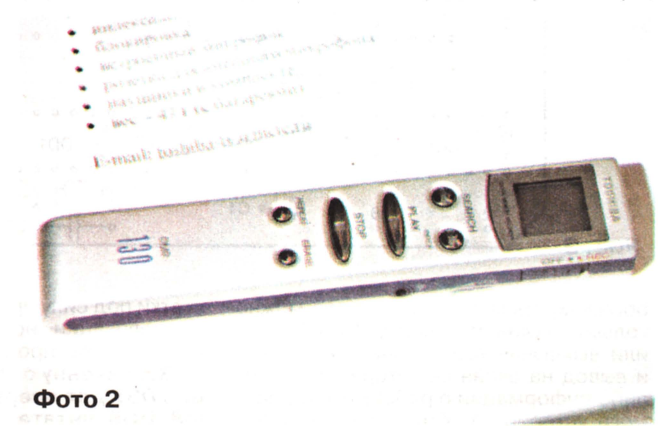
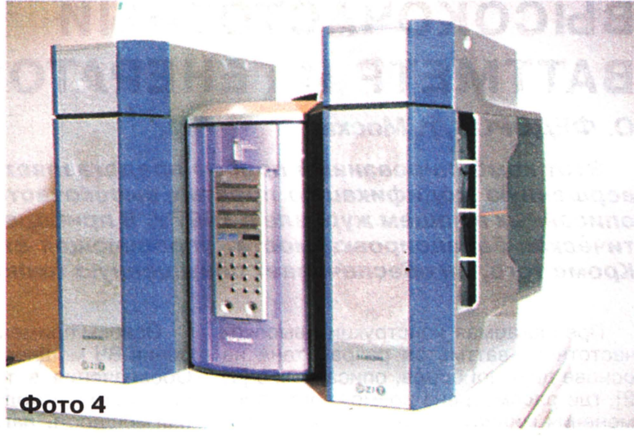
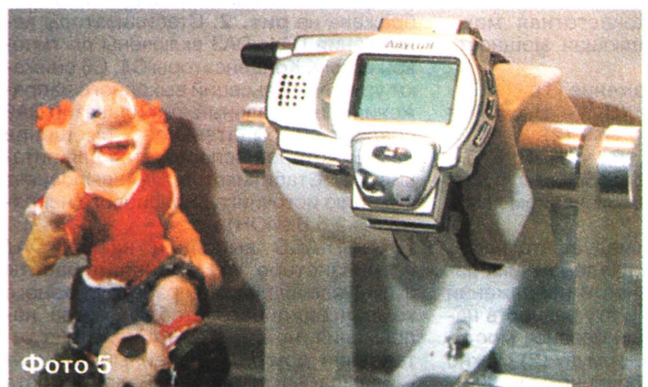


Фото 2



Фото 3


Фото 4


Фото 5

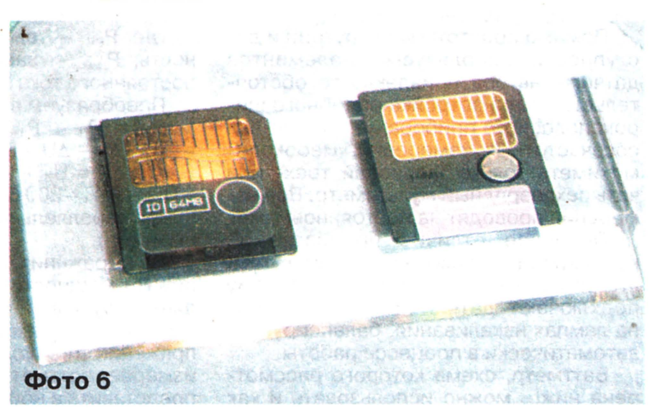


Фото 6

осциллографы, функциональные генераторы, паяльные станции с автоматическим поддержанием технологических режимов. Оборудованное всеми этими приборами рабочее место для ремонта компьютерных плат показала фирма GVS Systems.

Многих посетителей привлекал стенд московской фирмы "Бурый медведь", торгующей разъемами, кабелями, переключателями и другими присоединительными, установочными и коммутационными элементами.

Кроме уже ставших традиционными портативных компьютеров NoteBook самых разных размеров и модификаций, японская фирма Toshiba показала несколько миниатюрных диктофонов с хранением записанной информации во внешней и внутренней FLASH-памяти. В зависимости от модификации один из них массой всего 47 г (**фото 2**) обеспечивает запись речи в течение 64 (DMR-60XE), 131 (DMR-130XE) или 263 мин (DMR-260XE).

Большую экспозицию представила корейская фирма Samsung. Она демонстрировала довольно много проигрывателей файлов формата MP3: от портативных (**фото 3**), позволяющих к тому же просматривать на встроенном дисплее изображения формата JPEG, до стационарных с выходной мощностью 500 Вт (**фото 4**). Стационарные устройства способны переписывать музыку с компакт-дисков в файлы MP3. Нередко предусмотрена возможность извлечения проигрывающего устройства, представляющего собой, по существу, портативный проигрыватель с собственной встроенной памятью.

Из других экспонатов фирмы Samsung заслуживает быть отмеченным "Web-phone" – на вид – гибрид телефонного аппарата и портативного компьютера с цветным жидкокристаллическим (ЖК) монитором. Подключив этот прибор к телефонной сети, можно входить в Интернет без компьютера. Демонстрировался и переносный вариант телефона (если верить рекламе – первый в мире), внешне очень похожий на обычный сотовый. Рекламировался как первый в мире и "телефон-часы" – сотовый аппарат, выполненный в виде наручных часов (**фото 5**).

Были представлены и микросхемы – ОЗУ различного объема и назначения, карты FLASH-памяти объемом 64 Мбайт (**фото 6**).

Большую часть экспозиции заняли телевизионные и компьютерные мониторы различных конструкций – от проекционных до ЖК и плазменных панелей. Диагональ ЖК экрана самого большого монитора – 24 дюйма.

Вообще, на выставке можно было увидеть много мониторов известных фирм Sony, Samsung, ViewSonic, MAS, Philips, NEC, Iiyama, Targa, LG, Belina, причем почти поровну были представлены традиционные ЭЛТ и TFT (ЖК) дисплеи, завоевывающие все более прочные позиции на мировом рынке. Перечислить все эти изделия в журнальной статье просто невозможно – список получился бы гигантским. Стоит, однако, отметить, что производители делают акцент на 17, 19 и 21-дюймовых моделях с ЭЛТ и на 15- и 18-дюймовых TFT-мониторах. Угол обзора у последних достигает 160 градусов (SONY L181A).

Системные (материнские) платы компьютеров были представлены продукцией фирм ASUSTeK, Chaintech, Quanta Computer, AMI, Intel. Основа большинства из них – чипсеты i810 и i440BX, однако встречались и i820 (серии плат P3C, CUC фирмы ASUSTeK, P3820, CP820 фирмы Cuanta Computer), и i840 (XP840, CP840 фирмы Quanta Computer, MegaDual фирмы AMI), и другие. Плата SC450NX фирмы Intel построена на ее же чипсете i450NX. Панели для установки процессоров – slot 1, slot 7, socket 370.

Из крупных разработчиков видеоадаптеров в выставке участвовали только S3/Diamond, 3Dfx, Creative, Matrox, ASUSTeK. Да и они показали лишь часть выпускаемой ими продукции. Все демонстрировавшиеся платы оптимизированы для работы с трехмерной (3D) графикой. Многие из них поддерживают новые технологии, например, Streaming SIMD Extensions (70 новых инструкций в процессорах фирмы Intel), многопотоковую обработку OpenGL. Объем видеопамяти доходит до 32 Мбайт, тактовая частота – до 350 МГц. Применяемые видеопроцессоры способны обрабатывать 8 млн полигонов в секунду. Связь с системной платой организована по шине AGP, причем предусмотрена поддержка слотов вплоть до AGP4X (хотя есть и варианты с шиной PCI). Платы серии Stealth III фирмы S3/Diamond Multimedia снабжены новым Diamond Update Wizard – автоматическим определителем наличия новых драйверов, "скачивающим" их из Интернета и устанавливающим в системе.

*(Окончание следует)*

# ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ ВАТТМЕТР И ГЕНЕРАТОР ШУМА

*О. ФЕДОРОВ, г. Москва*

***Этот комбинированный прибор представляет собой более совершенную модификацию простых высокочастотных устройств, описанных в нашем журнале в 1997 г. В приборе введена автоматическая балансировка моста, упрощающая его эксплуатацию. Кроме того, он обеспечивает повышенную точность измерений.***

Предлагаемая конструкция высокочастотного ваттметра разработана на основе двух приборов, описанных в [1, 2], где рассмотрена возможность применения миниатюрных ламп накаливания в измерительной аппаратуре.

Помимо простоты конструкции и доступности используемых элементов датчика, автора привлекло то обстоятельство, что настройка подобного широкополосного прибора не требует высокочастотных измерений. Необходимо иметь только цифровой трех- или четырехразрядный мультиметр. Все измерения проводят на постоянном токе.

Основное отличие предлагаемой конструкции ваттметра состоит в том, что измерительный мост, к которому подключают датчик-преобразователь на лампах накаливания, балансируется автоматически в процессе работы.

Ваттметр, схема которого рассмотрена ниже, можно использовать и как стабильный генератор шума с согласованным выходным сопротивлением 50 Ом. Поскольку прибор имеет узел автоматической стабилизации сопротивления (АСС) датчика, температура нити накаливания также стабилизирована с высокой точностью. По уровню шумов можно косвенно судить о рабочей полосе частот прибора. Шумы ламп простираются до 1 ГГц, и падение уровня начинается на частотах 600...700 МГц, что соответствует данным, приведенным в [1, 2]. О генераторах шума и проведении измерений с их помощью можно прочитать в [3, 4].

В процессе экспериментов выяснилось, что лампы накаливания оказались весьма чувствительны к механическим воздействиям. На практике это означает, что прибор следует оберегать от сотрясений, иначе параметры преобразователя могут скачкообразно изменяться. Происходит это, по-видимому, из-за смещения нити накаливания и изменения режима теплопередачи. Наиболее устойчивым уровнем, как показали испытания, оказывается тот, на который датчик выходит после включения питания. Поскольку узел АСС работает весьма стабильно, переход на другой уровень $P_л$ легко определяется по стрелочному индикатору как сдвиг “нуля”. Если требуется точное измерение, нужно выключить и снова включить напряжение питания. Стабильность датчика, не связанная с механическими воздействиями, довольно высокая: в течение суток у прибора не обнаружено смещения нуля и предела (по стрелочному индикатору), чего не бывает, к примеру, у промышленного милливольтметра В3-48.

Основы примененного метода измерения ВЧ мощности изложены в [1, 2]. Обозначения в тексте соответствуют принятым в исходных статьях. Суммарная мощность, нагревающая нити ламп,

$$P_л = P_{вч} + P_{зам}, \qquad (1)$$

где $P_{вч}$ — высокочастотная мощность, $P_{зам}$ — замещающая мощность постоянного тока [2].

Преобразуем выражение (1):

$$P_{вч} = P_л - P_{зам} = (U_л^2 - U_{зам}^2)/R = (2U_л \cdot \Delta U - \Delta U^2)/R, \qquad (2)$$

где $\Delta U = U_л - U_{зам}$; $P_л = U_л^2/R$; $P_{зам} = U_{зам}^2/R$; R = 200 Ом (или 50 Ом для датчика с параллельным включением ламп, см. ниже).

Из выражения (2) следует, что значение ВЧ мощности на входе датчика является функцией разности напряжений $\Delta U = U_л - U_{зам}$. Именно эту разность напряжений (при условии баланса моста) измеряет ваттметр. Формулу (2) можно представить в нормированном виде:

$$P_{вч}/P_л = 2\Delta U/U_л - (\Delta U/U_л)^2. \qquad (3)$$

Вид функции (3) приведен на **рис. 1.** Используя приведенный на нем график или аналитическое выражение (3), для микроамперметра можно начертить нелинейную шкалу значений $P_{вч}/P_л$, которая одинакова для любого датчика. Расчет измеряемой ВЧ мощности производится перемножением показаний прибора на величину $P_л$ конкретного датчика (изготовленный образец имел значение $P_л$ = 120 мВт). Если по такой шкале стрелочный прибор показывает значение “0,75”, измеряемая мощность на входе равна:

$$P_{вч} = 0{,}75P_л = 0{,}75 \cdot 120 = 90 \text{ мВт}.$$

Из графика видно: если для измерений использовать только начальный участок диапазона $P_л$, нелинейность шкалы будет меньше. Поэтому в изготовленном образце ваттметра используются две линейные шкалы микроамперметра, соответствующие двум пределам — 40 и 100 мВт. Для конкретного датчика с $P_л$ = 120 мВт положение верхних границ этих диапазонов показано на рис. 1. Нелинейная и линейная шкалы сопряжены в двух точках (нуля и максимума). В остальных точках прибор занижает показания измеряемой мощности.

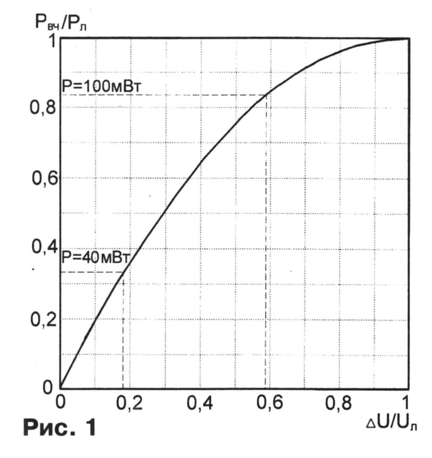



**Рис. 1**

Поскольку большинство ВЧ измерений сводится к настройке на максимальное (минимальное) значение напряжения или мощности, аналоговая индикация наиболее удобна, и указанная погрешность шкал не является существенным недостатком. Кроме того, в приборе сохранена возможность измерения точного значения мощности внешним цифровым вольтметром [2].

Принципиальная схема прибора изображена на **рис. 2.** Стабилизаторы напряжения DA1, DA3 включены по типовой схеме. Конденсаторы C4, C6 снижают уровень пульсаций выходного напряжения. Интегральный стабилизатор DA2 создает отрицательное смещение –2,5 В, которое используется для питания ОУ. Стабилизатор DA4 выполняет функцию источника образцового напряжения 2,5 В (ИОН).

Узел АСС выполнен на ОУ DA7 и транзисторе VT1. Принцип работы этого узла аналогичен работе обычного компенсационного стабилизатора напряжения, но вместо стабилитрона установлен другой нелинейный элемент — лампа накаливания. Баланс моста поддерживается с высокой точностью (до 10...20 мкВ) изменением его напряжения питания (R7—R10 и ламп датчика). Сопротивления резисторов моста подобраны с погрешностью ±0,1 %.

Поскольку мост сбалансирован, при подключении датчика с последовательным соединением ламп (рис. 2) выполняется равенство:

$$R_д = R9 + R10 = 200 \text{ Ом},$$

где $R_д$ — сопротивление датчика.

Цифровой 3,5-разрядный прибор не позволяет измерять сопротивления с указанной точностью, но его можно прокалибровать, используя прецизионные резисторы (например, С5-5В) с допуском 0,05—0,1 %. Поскольку элементы моста нагреваются в процессе работы, резисторы МЛТ использовать не рекомендуется из-за большого значения ТКС $\pm(500...1200)\cdot 10^{-6}$ 1/°С [6]. Важно, чтобы сопротивления резисторов R7, R8 различались не более чем на ±0,1 %, а номинал может иметь значение в пределах 47...75 Ом. Указанную на схеме мощность резисторов, входящих в плечи измерительного моста, уменьшать не рекомендуется.

Сразу после включения питания прибора для запуска АСС резистор R6 создает небольшой начальный ток, протекающий через мост, поэтому максимальная измеряемая конкретным датчиком мощность несколько меньше $P_л$.

С высокочастотного разъема XW1 также снимают шумовое напряжение в широкой полосе частот.

Для нормальной работы узла АСС лампы должны работать в режиме, когда нить светится слабо или не светится вообще. При ярком свечении зависимость напряжения на лампе от протека-

E-mail: measure@paguo.ru
тел. 208-83-05

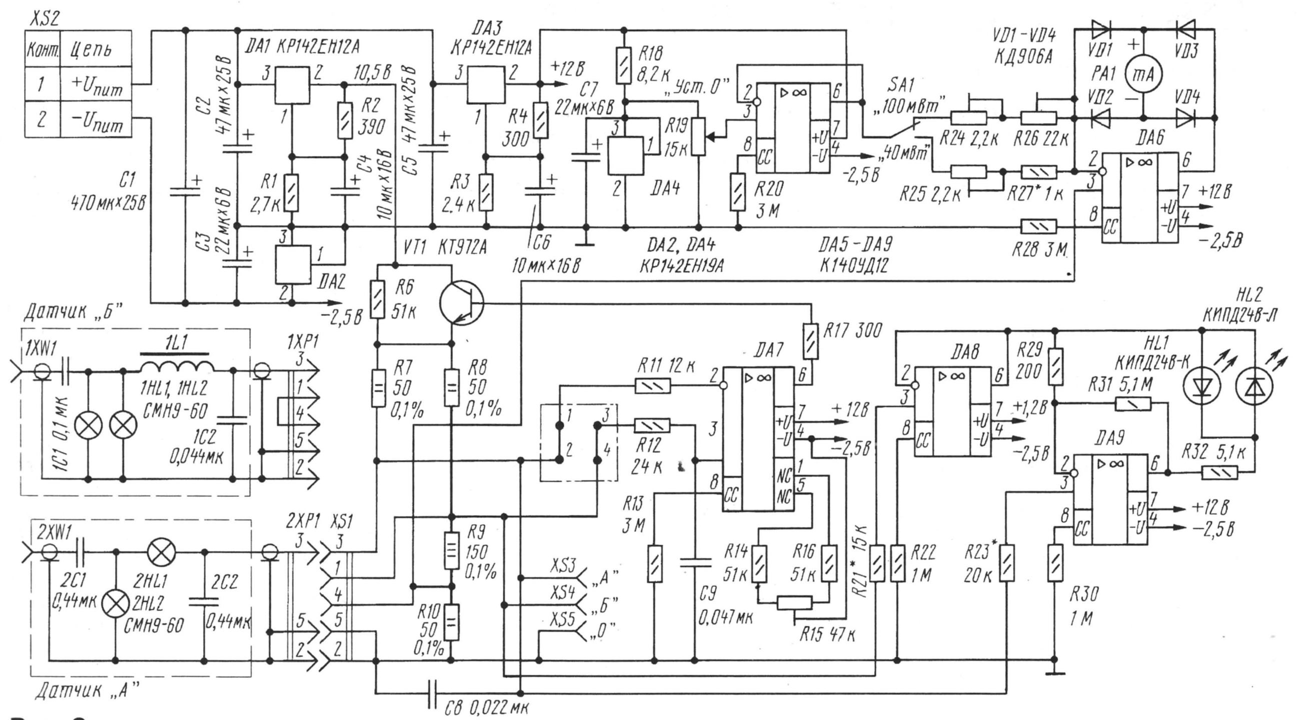



**Рис. 2**

ющего тока близка к линейной, и на этом "линейном" участке АСС неработоспособна.

Максимальная мощность датчиков, с которыми работает ваттметр, не превышает 250 мВт. Здесь рассмотрены только датчики с входным сопротивлением 50 Ом, но можно использовать и датчики с сопротивлением 75 Ом [2]. Сопротивления резисторов моста в этом случае: R9 = 225 Ом, R10 = 75 Ом. Мощность датчиков при тех же экземплярах ламп возрастет приблизительно в два раза, поэтому придется увеличить напряжение питания моста.

Датчик типа "А" подробно описан в [1, 2]. Во включенном состоянии его сопротивление постоянному току — 200 Ом, а со стороны ВЧ входа — 50 Ом. Лампы для такого датчика необходимо подобрать попарно, чтобы во включенном состоянии падения напряжения на обеих лампах были примерно равны. Проверив несколько экземпляров ламп, легко убедиться, что данное условие чаще не выполняется, даже когда сопротивления ламп в холодном состоянии одинаковы. Если допустить, что входное сопротивление должно находиться в пределах 50 Ом ±0,25 %, то в этом случае напряжения на лампах, подключенных к ваттметру, могут отличаться не более чем на 15 %. Образец датчика, с которым проверялась работа прибора, имел следующие параметры: $U_л$ = 4,906 В ($P_л$ = 120 мВт), $U_{л1}$= 2,6 В, $U_{л2}$= 2,306 В (разница напряжений на лампах около 12 %).

На рис. 2 для C1, C2 в датчике "А" указан номинал 0,44 мкФ, что позволяет уменьшить нижний предел частотного диапазона до 1...1,5 МГц. Для уменьшения индуктивности входной цепи использовано два параллельно включенных ЧИП-конденсатора по 0,22 мкФ. При указанных в [1, 2] номиналах конденсаторов (0,047 мкФ) точность измерений порядка 1 % достижима лишь в границе частотного диапазона не ниже 15 МГц, а не 150 кГц.

В отличие от описанного в [2], предлагаемый ваттметр позволяет использовать два типа датчиков, в которых лампы включены последовательно (датчик типа "А") или параллельно (датчик типа "Б").

Подключенный к прибору датчик типа "Б" перемычкой на контактах 1 и 4 в разъеме датчика замыкает резистор R9 моста, поэтому $R_д$ = R10 = 50 Ом. Для датчиков этого типа подбор конкретной пары ламп не нужен. Чтобы получить требуемое значение $P_л$, в датчике можно использовать от одной до четырех ламп, причем они могут быть различного типа. Для расширения его частотного диапазона вниз увеличение индуктивности дросселя не должно приводить к увеличению его активного сопротивления (желательно не более 0,25 Ом, т.е. 0,5 % от 50 Ом). Дроссель приходится наматывать проводом диаметром 0,3...0,4 мм, чтобы получить индуктивность катушки порядка 50 мкГн с габаритами резистора МЛТ-1. При такой индуктивности нижняя граница частотного диапазона датчика "Б" равна 16 МГц в отличие от датчика типа "А", который достаточно точен уже на частоте 1 МГц.

На микросхемах DA6, DA7 и светодиодах HL1, HL2 выполнен компаратор. Его назначение состоит в индикации баланса измерительного моста. Когда он сбалансирован, оба светодиода гаснут. При указанных на схеме номиналах резисторов R29 и R31 зона нечувствительности компаратора составляет приблизительно ±60...90 мкВ. Если ВЧ мощность на входе датчика равна максимально допустимому значению $P_л$ (реально несколько меньше), АСС не в состоянии сбалансировать мост, и один из светодиодов HL1, HL2 включается, показывая, что измерение невозможно.

Инерционность ламп накаливания позволяет наглядно увидеть процесс регулирования (длительность 1...2 с). В результате индикатор имеет еще одну положительную функцию. Он позволяет определять небольшие и быстрые изменения амплитуды ВЧ сигнала на входе прибора. Известно, что подобные колебания амплитуды характерны для неустойчивых усилительных каскадов или генераторов, которые склонны к самовозбуждению и на паразитных частотах. Например, при проверке ваттметра от генератора Г4-117 обнаружилось, что на частотах выше 8 МГц и уровне выходного сигнала более 2 В (на нагрузке 50 Ом) в генераторе практически не работает внутренний стабилизатор амплитуды выходного сигнала.

Узел индикации прибора выполнен на ОУ DA4, DA5, микроамперметре PA1. Переменные резисторы R19 (корректор "нуля") и R24, R26 и R25, R27 (корректор "диапазона") позволяют легко настроить ваттметр для работы с любыми датчиками, у которых $P_л \le$ 220 мВт. При широких пределах регулировки лучше всего использовать многооборотные проволочные резисторы. Поэтому для регулировки "нуля" в приборе установлен переменный резистор типа СП5-35Б с высокой электрической разрешающей способностью [6]. Дополнительная коррекция нуля при переходе на другой диапазон измерения, как правило, не требуется. Регулировки нуля и диапазона не влияют друг на друга. Присутствие диодного моста вызвано тем обстоятельством, что мощность — величина положительная. При таком варианте включения микроамперметра его стрелка не переходит через ноль.

***(Окончание следует)***

# ПЕРВИЧНЫЕ КВАРЦЕВЫЕ ЧАСЫ

*С. БИРЮКОВ, г. Москва*

***На многих предприятиях, в учреждениях, школах, других общественных местах установлены стрелочные электрические часы. Питаются они от так называемых первичных часов, которые нередко выходят из строя. В таких случаях автор предлагает заменять их несложными самодельными устройствами.***

Первичные кварцевые часы обладают высокой точностью хода, обеспечивают точный пуск, а также ускоренный ход вперед, что необходимо после перерывов в подаче питания, а также при переходе на летнее время и возврате к зимнему. Они отличаются малыми габаритами и, что немаловажно, способны работать на 40 вторичных часов.

Принципиальная схема таких часов приведена на **рис. 1.** Она разработана на базе ранней публикации автора статьи в журнале “Радио”, № 10 за 1985 г. В новых часах вместо реле использованы электронные ключи, что позволило повысить их надежность и увеличить срок службы.

Точность хода часов определяет кварцевый генератор с делителем частоты до одного импульса в минуту на микросхеме DD1. Через переключатель SA3 и дифференцирующую цепь C6R5 импульсы поступают на вход счетного триггера DD2.1. Напряжение на его выходах изменяется один раз в минуту. Выходные сигналы триггера дифференцируются цепочками C7R6 и C8R7 и преобразуются триггерами Шмитта DD3.1 и DD3.2 в импульсы положительной полярности длительностью несколько более 1 с. В конце каждой минуты на такое время включается транзистор VT1 или VT2. Через двухтактные эмиттерные повторители на транзисторах VT3, VT4 и VT5, VT6 импульсы с коллекторов транзисторов VT1 и VT2 через предохранитель FU1 поступают на вторичные часы.

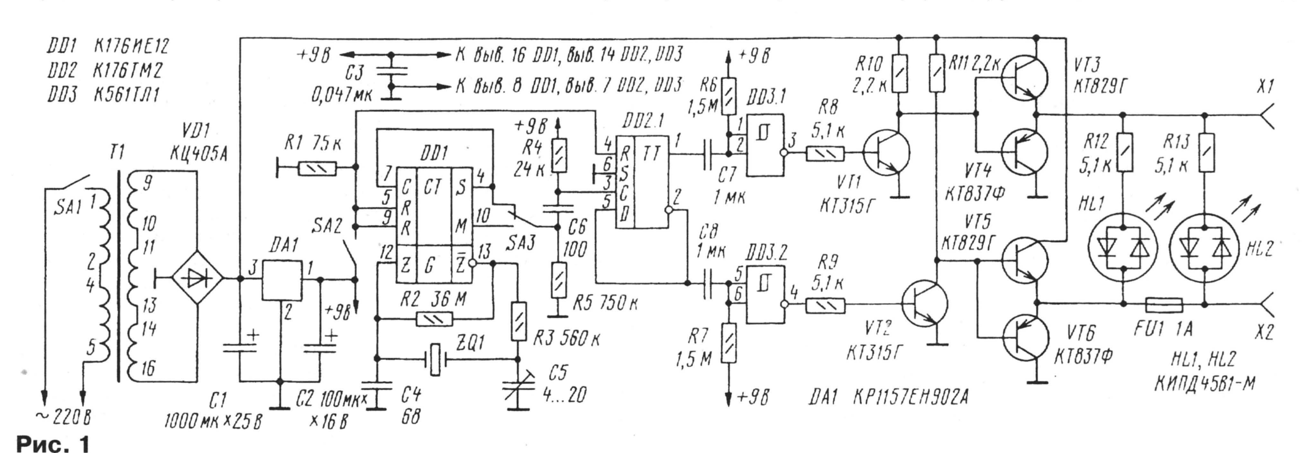



**Рис. 1**

Таким образом на шаговых двигателях вторичных часов формируются импульсы с периодом 1 мин, амплитудой около 24 В, длительностью около 1 с и меняющейся каждую минуту полярностью. Светодиоды HL1 и HL2 индицируют работу часов. Предохранитель FU1 защищает их от коротких замыканий в выходной цепи. При его перегорании включается только светодиод HL1.

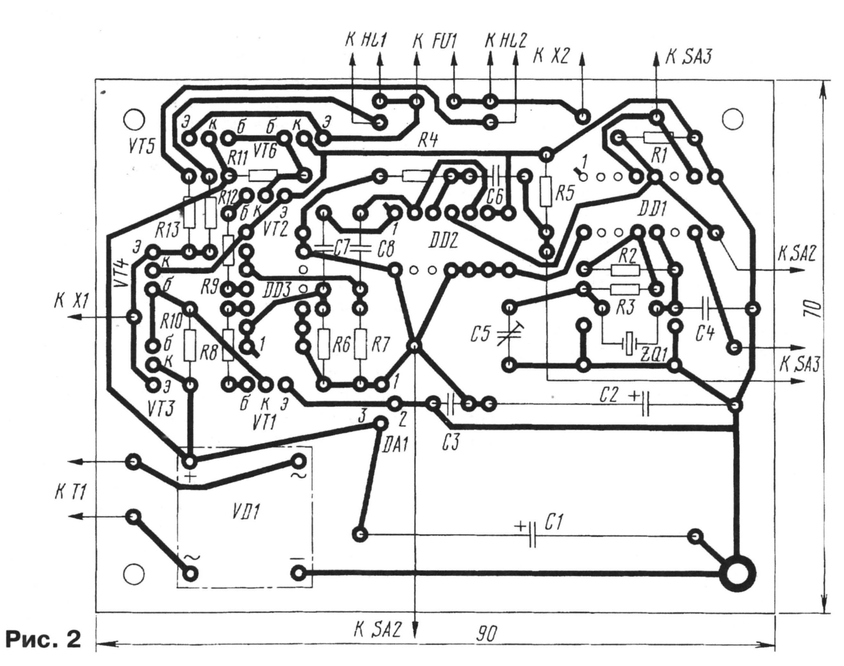



**Рис. 2**

Несимметрия эмиттерных повторителей на транзисторах VT3—VT6 — кажущаяся. Транзисторы VT3 и VT5 включаются через резисторы R10 и R11 довольно большого сопротивления, поэтому потребовалось использовать составные приборы серии КТ829. Транзисторы же VT4 и VT6 включаются через включенные транзисторы VT1 и VT2, имеющие в насыщенном состоянии низкое сопротивление, и в этом случае можно применить обычные транзисторы серии КТ837.

Выключатель SA2 служит для точного пуска часов, переключатель SA3, через который с выхода микросхемы DD1 подаются импульсы с частотой 1 Гц, обеспечивает контроль работы первичных часов и возможность ускоренного перевода вторичных часов вперед. В этом случае длительность импульсов на вторичных часах равна точно 1 с.

Для пуска первичных часов все вторичные вручную устанавливают на ближайший целый час. В первичных замыкают контакты выключателя SA2, переключатель SA3 устанавливают в нижнее по схеме положение. Затем тумблером SA1 включают первичные часы и проверяют показания всех вторичных. Если какие-либо из них показывают установленный час плюс 1 мин, то их отключают от первичных, вновь устанавливают на тот же целый час и, поменяв полярность подключения, снова подключают к первичным.

Спустя 1 с после шестого сигнала проверки времени контакты выключателя SA2 размыкают. Состояние триггера DD2.1 при этом не меняется. Спустя еще 39 с на выходе M (вывод 10) микросхемы DD1 появляется высокий логический уровень, но состояние триггера DD2.1 остается тем же. Через 1 мин после шестого сигнала высокий уровень на выходе M сменится на низкий, возникший перепад напряжения продифференцируется цепью C6R4 и в виде



E-mail: dom@paguo.ru
тел. 208-83-05

короткого импульса отрицательной полярности поступит на вход С триггера DD2.1. Спад этого импульса переключит триггер DD2.1. При отсутствии дифференцирующей цепи триггер переключался бы не через 1 мин, а спустя 39 с после переключения SA2, что затрудняло бы пуск.

Корректируют показания вторичных часов в процессе их эксплуатации следующим образом. В последнюю минуту часа, когда минутные стрелки вторичных часов показывают 59 мин, замыкают контакты переключателя SA2, при этом все часы переключаются и начинают показывать 00 мин. Спустя 1 с после шестого сигнала проверки времени размыкают контакты выключателя SA2, что и обеспечивает точный пуск часов.

В описанном устройстве использованы резисторы МЛТ-0,125 (R1, R3—R9), МЛТ-0,25 (R10—R13) и КИМ (R2), конденсаторы К50-29 (С1), К52-1 (С2), КТ4-25б (С5) и КМ-6 (остальные). Кварцевый резонатор — от наручных часов на частоту 32768 Гц, трансформатор — ТН32. Выключатели SA1, SA2 и переключатель SA3 — любые малогабаритные.

Мостовой выпрямитель КЦ405А можно заменить на четыре любых диода на рабочий ток не менее 0,5 А; транзисторы КТ315Г — на любые маломощные структуры n-p-n с рабочим напряжением не менее 30 В. Транзисторы VT3 и VT5 должны быть составными структуры n-p-n серий КТ827, КТ829, КТ834, КТ972 с любыми буквенными индексами, VT4 и VT6 — структуры p-n-p большой или средней мощности с коэффициентом передачи тока не менее 50 — серий КТ814, КТ816, КТ818; КТ837 — с индексами В, Е, К, Н, С, Ф.

Микросхема КР1157ЕН902А заменима на 78L09, а также на любой стабилизатор с напряжением 9 В или на резистор сопротивлением 2,2 кОм и стабилитрон на напряжение 8...10 В.

При замене двухцветных светодиодов на обычные для исключения пробоя в обратном направлении последовательно с каждым из них следует включить по кремниевому диоду на напряжение не менее 50 В.

Почти все детали первичных часов установлены на печатной плате размерами 70×90 мм (**рис. 2**), светодиоды впаяны со стороны печатных проводников. Плата помещена в металлический корпус размерами 200×100×80 мм, на верхней панели которого размещены все остальные детали часов. Светодиоды выведены наружу через отверстия в верхней панели.

Ход часов подстраивают с помощью цифрового частотомера, вход которого подключают к выходу S (вывод 4) микросхемы DD1. Установив частотомер в режим измерения периода импульсов с частотой заполнения 10 МГц, подстроечным конденсатором С5 добиваются равенства периода одной секунде. После двух-трех недель эксплуатации настройку часов уточняют. Хорошо отрегулированные часы обеспечивают точность хода не хуже 2 с в месяц. ■

# МУЗЫКАЛЬНЫЕ ЗВОНКИ С АВТОМАТИЧЕСКИМ ПЕРЕБОРОМ МЕЛОДИЙ

***А. ШИТОВ, г. Иваново***

***Наш журнал уже рассказывал, как заменить в электромеханических часах обычный звонок будильника музыкальным, собранным на микросхемах универсального музыкального синтезатора (УМС). Типовая схема включения таких микросхем позволяет прослушивать лишь первую или вторую из записанных в ее памяти мелодий, остальные приходится перебирать вручную с помощью кнопки. Но можно автоматизировать этот процесс и заставить УМС последовательно воспроизводить все имеющиеся мелодии. О том, как это сделать, и рассказывает предлагаемая статья.***

Для того чтобы сменить мелодию, воспроизводимую УМС, необходимо во время ее звучания или в течение нескольких десятых долей секунды после окончания подать импульс высокого логического уровня на вход “Выбор мелодии” (ВМ) микросхемы синтезатора. В последнем случае следующая мелодия начинает воспроизводиться независимо от логического уровня на входе “Пуск” (S).

На **рис. 1** показана схема простейшего звонка, который автоматически перебирает все имеющиеся в памяти УМС мелодии. На вывод 13 микросхемы DD1 постоянно подана логическая 1, поэтому после включения питания начинается воспроизведение первой из мелодий. Короткие импульсы низкого уровня на инверсном выходе DD1 (вывод 14) через диод VD1 разряжают конденсатор С1. Хотя в интервалах между импульсами этот конденсатор немного заряжается через резистор R1, во время звучания мелодии напряжение на нем не успевает достичь порога срабатывания входа ВМ. Это произойдет только после окончания мелодии и прекращения импульсов, когда на выводе 14 DD1 установится постоянное напряжение, близкое к питающему. В результате будет начато воспроизведение следующей мелодии, а вновь появившиеся на выводе 14 DD1 импульсы разрядят конденсатор С1.

К постоянной времени цепи R1C1 предъявляются противоречивые требования. С одной стороны, она должна быть достаточно большой, чтобы конденсатор не успевал заряжаться в интервалах между импульсами, с другой — по окончании мелодии он должен успеть зарядиться прежде, чем начнется ее повторное воспроизведение. Ситуация осложняется тем, что встречаются мелодии, состоящие из двух и более частей, разделенных довольно продолжительными паузами. Такая мелодия может смениться раньше, чем прозвучит полностью.

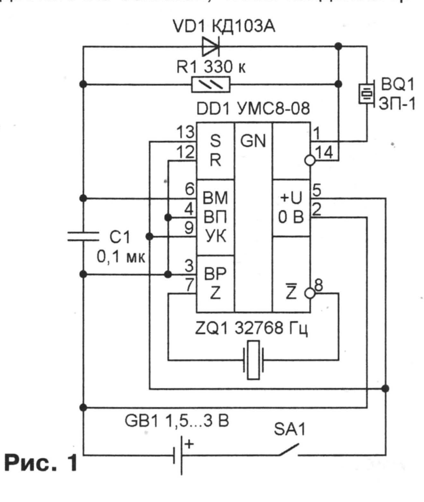



Рис. 1

Звонок собирают навесным монтажом непосредственно на выводах микросхемы DD1, в качестве которой лучше всего применить УМС8-08 или УМС7-08. Подойдет также УМС7-01. Диод VD1 – любой маломощный кремниевый, например, серий КД102, КД103, КД521, КД522. Резистор R1 – МЛТ-0,125, конденсатор С1 — КМ-6. Налаживание заключается в подборке резистора R1. Если мелодия сменяется слишком рано, необходимо увеличить его сопротивление. Если она “зацикливается”, сопротивление следует уменьшить.

Встраивая звонок в часы, имеющие собственный генератор, работающий на частоте 32768 Гц, кварцевый резонатор ZQ1 можно исключить. Вывод 3 микросхемы DD1 в этом случае соединяют с выводом 5, а на вывод 7 подают сигнал генератора. Можно соединить вывод 7 непосредственно с одним из выводов кварцевого резонатора часов, каким именно – определяют экспериментально.

Более сложный звонок, схема которого показана на **рис. 2,** гарантированно воспроизводит все записанные в памяти синтезатора мелодии полностью. Кроме УМС DD4, в нем имеются узлы формирования управляющих импульсов (DD1.2, DD2, DD3.3, DD1.6), отключения выхода (DD3.1, DD3.2, DD3.4) и тактовый генератор (DD1.1, DD1.3–DD1.5).

После подачи напряжения питания на прямом выходе микросхемы DD4 (вывод 1) устанавливается низкий уровень и конденсатор С1 заряжается через резистор R1. Как только напряжение на конденсаторе станет ниже порога переключения элемента DD1.2, низкий логический уровень на выходе последнего сменится высоким. Это переведет счетчик DD2 в исходное состояние и установит триггер из логических элементов DD3.1 и DD3.2 в состояние, запрещающее прохождение через элемент DD3.4 сигнала с вывода 14 микросхемы DD4 на базу транзистора VT1.

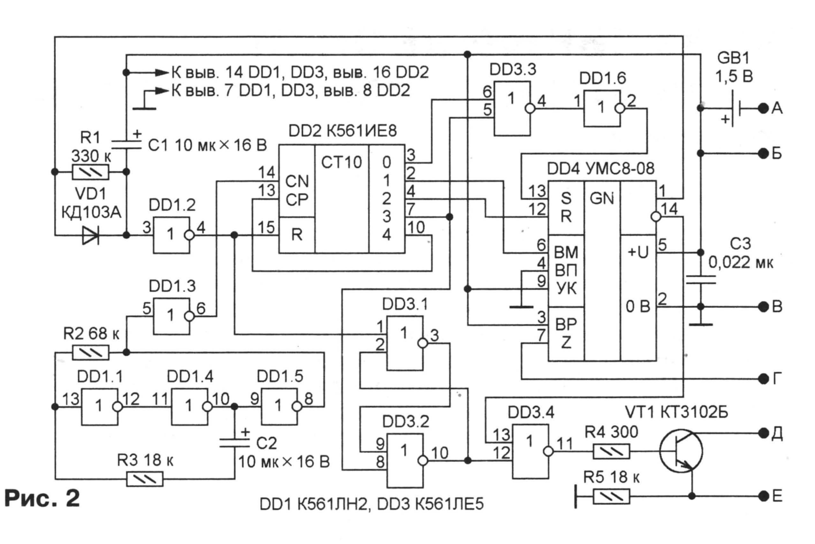


Рис. 2

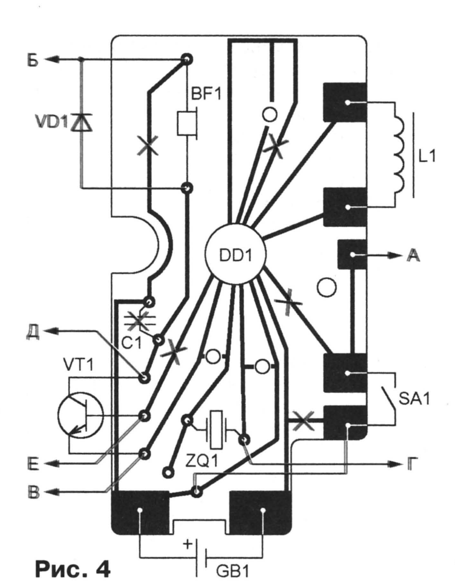


Рис. 4

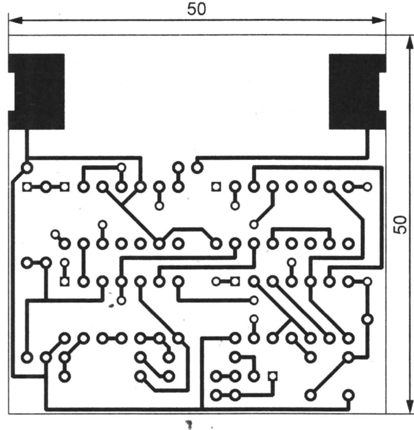
В исходном состоянии счетчика DD2 высокий логический уровень с его выхода 0 (вывод 3) через элементы DD3.3 и DD1.6 поступает на вывод 13 микросхемы DD4 и начинается генерация мелодии. Но первый же импульс высокого уровня на выводе 1 УМС через диод VD1 разрядит конденсатор С1, и низкий логический уровень на выходе элемента DD1.2 разрешит работу счетчика DD2.

С каждым импульсом тактового генератора (элементы DD1.1, DD1.4, DD1.5) на выходах счетчика поочередно появляются импульсы высокого уровня. Его выходы 1 и 2 соединены соответственно со входами "Выбор мелодии" (ВМ) и "Стоп" (R) микросхемы DD4, поэтому после первого же импульса тактового генератора мелодия сменится, но звучать она не будет, так как выходные сигналы DD4 не проходят через элемент DD3.4. Вторым импульсом синтезатор будет остановлен.

Третий импульс генератора установит высокий логический уровень на выводе 7 счетчика DD2. Элементы DD3.3 и DD1.6 передадут его на вывод 13 микросхемы DD4 и начнется воспроизведение очередной мелодии. Одновременно переключится триггер DD3.1, DD3.2, разрешая прохождение звукового сигнала через элемент DD3.4. Следующий тактовый импульс установит высокий логический уровень на выводе 10 счетчика DD2, который поступит на его вывод 13 и запретит дальнейший счет. После окончания мелодии конденсатор С1 зарядится вновь и описанный цикл повторится.

Детали звонка можно смонтировать на плате, эскиз печатных проводников и расположение элементов на которой показаны на **рис. 3.** Для микросхемы DD4 следует предусмотреть панель, что позволит при необходимости быстро сменить набор мелодий. Кроме указанной на схеме УМС8-08, в качестве DD4 подойдет УМС7-01. Микросхемы УМС7-03 и УМС7-05 в данном случае непригодны, так как прекращают воспроизведение мелодии вскоре после снятия разрешающего сигнала на выводе 13. Вместо микросхемы К561ИЕ8 можно установить К561ИЕ9, учтя различия в назначении их выводов. Транзистор VT1 может быть любым из серий КТ312, КТ315 или КТ3102. Диод VD1 – любой маломощный кремниевый. Резисторы – МЛТ-0,125. Конденсаторы С1 и С2 (оксидные) – К50-35 или К50-40, С3 – КМ-5, КМ-6.

Источник питания напряжением 3 В подключают к контактным площадкам Б (плюс) и В (минус). Гальванический элемент GB1 типоразмера А286 (ААА) в этом случае не нужен. Его устанавливают, если устройство работает совместно с электронными часами, питающимися напряжением 1,5 В от одного гальванического элемента. С положительным полюсом последнего соединяют контактную площадку А, с отрицательным – В, причем выключатель будильника должен разрывать одну из этих цепей. В сумме два элемента дадут необходимые 3 В.



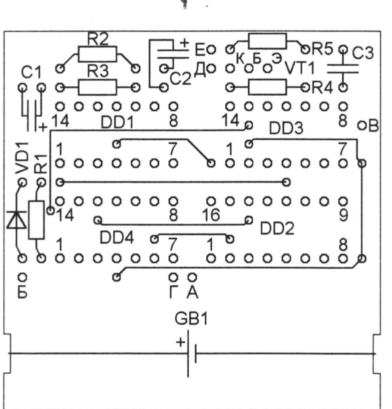



Рис. 3

Площадку Г соединяют с выходом кварцевого генератора часов. При необходимости (например, если частота генератора в часах отличается от 32768 Гц) можно включить резонатор на нужную частоту между выводами 7 и 8 микросхемы DD4, как это было показано на рис. 1. В этом случае ее вывод 3 следует подключить не к источнику питания, а к общему проводу (вывод 2).

Выходной сигнал звонка снимают с эмиттера (контактная площадка Е) либо с коллектора (контактная площадка Д) транзистора VT1. В первом случае его коллектор соединяют с источником питания (площадкой Б) непосредственно, во втором – через резистор или другую нагрузку.

На **рис. 4** показано, как подключить звонок к распространенным электромеханическим часам М5188-Х. Сняв с них крышку, аккуратно отпаивают от печатной платы, на которой размещены все электронные узлы часов, выводы катушки L1, извлекают из корпуса ее, а затем и плату. В местах, отмеченных на рисунке крестами, печатные проводники перерезают. Контактные площадки элемента питания и выключателя будильника SA1 соединяют перемычкой из изолированного провода.

Имеющийся в часах транзистор VT1, который можно заменить отечественным серии КТ503, вместе с VT1 звонка образуют составной транзистор, управляющий излучателем звука BF1. Напряжение питания 3 В поступит на этот каскад с контактной площадки Б. Параллельно излучателю подключают диод VD1 – любой из серий КД102, КД103, КД521, КД522. Имеющийся в некоторых экземплярах часов конденсатор С1 емкостью 1000 пФ удаляют. Платы часов и звонка соединяют шестью проводами. Затем устанавливают плату часов на место и восстанавливают ее соединение с катушкой L1.

Правильно собранный звонок не требует налаживания. При его проверке следует учитывать, что звуковой сигнал появится спустя 5...7 с после подачи напряжения питания. Длительность паузы между мелодиями можно изменить подборкой резистора R1. ■

# ИЗМЕРИТЕЛЬ ЗАРЯДА

*А. ЕВСЕЕВ, г. Тула*

***Автомобильные аккумуляторные батареи нередко заряжают устройствами, не имеющими стабилизатора тока. Предлагаемое в этой статье устройство позволяет и в этом случае объективно определить момент окончания зарядки батареи. Более того, оно выполнит это при произвольных форме и среднем значении зарядного тока.***

Окончание зарядки аккумулятора стабильным током обычно определяют по истечению известного временного отрезка (так называемая зарядка по времени). Однако в действительности зарядный ток изменяется из-за действия различных дестабилизирующих факторов. Поскольку внутреннее сопротивление аккумуляторов очень мало, даже небольшое изменение зарядного напряжения способно вызвать значительное изменение тока.

С другой стороны, введение в зарядное устройство стабилизатора тока значительно усложняет конструкцию аппарата и снижает коэффициент полезного действия. Так или иначе, автомобильные зарядные устройства промышленного изготовления, как правило, не обеспечивают стабилизации зарядного тока.

Известно, что для полной зарядки аккумулятора ему необходимо сообщить определенный электрический заряд (количество электричества), равный произведению времени зарядки на средний ток. Иными словами, момент окончания зарядки можно определять значением сообщенного аккумулятору заряда. При этом изменения тока в процессе зарядки не повлияют на заряд, а лишь приведут к увеличению или уменьшению времени зарядки.

Необходимость измерения заряда возникает и в других случаях. Например, при проведении тренировочной зарядки аккумулятора всегда требуется узнать емкость, которая будет им отдана при разрядке до минимально допустимого напряжения. При выполнении различных электрохимических процессов (например, гальванопластики) также бывает полезно измерить количество электричества, прошедшего через раствор.

Для измерения заряда, пропущенного через измерительную цепь, в условиях нестабильного тока было разработано описываемое ниже устройство. Его принципиальная схема показана на **рис. 1.** Основа устройства — преобразователь напряжения в частоту, выполненный на микросхеме DA1. Напряжение на его вход, пропорциональное току зарядки, поступает с токоизмерительных резисторов R1, R2 (либо с одного, либо с обоих, в зависимости от выбранного тумблером SA1 предела измерения). Поскольку функция преобразования линейна, частота на выходе микросхемы DA1 прямо пропорциональна току зарядки. Работа интегрального преобразователя КР1008ПП1 подробно описана в литературе [1, 2], поэтому здесь опущена.

Выходное импульсное напряжение преобразователя поступает на вход делителя частоты DD1. Частоту входных импульсов он уменьшает в 32768•60 = 1 966 080 раз. Коэффициент преобразования и коэффициент деления частоты выбраны такими, что при напряжении на входе преобразователя 1 В импульсы на выходе счетчика следуют с интервалом в 0,1 ч (или в 360 с). Иначе говоря, один импульс на выходе счетчика соответствует прошедшему через измерительную цепь электрическому заряду 0,1 А•ч, когда контакты тумблера SA1 разомкнуты, или 1 А•ч, когда замкнуты.

Несложный расчет позволяет определить требуемый коэффициент преобразования: 1966080/360=5461 Гц/В. Поскольку эта частота значительно (более чем в 50 раз) превышает 100 Гц, погрешность преобразования при измерении заряда, переносимого пульсирующим (после двуполупериодного выпрямления) током, должна быть незначительной, что и было подтверждено экспериментально.

Двуразрядный двоично-десятичный счетчик импульсов, выполненный на двух счетчиках по модулю 10 DD2, DD3 с цифровыми индикаторами HG1, HG2, подсчитывает число ампер-часов или их десятых долей. Децимальная точка индикатора HG1 включена в режиме "10 А•ч", децимальная точка индикатора HG2 мигает при протекании зарядного тока в цепи нагрузки и тем чаще, чем больше ток.

Для установки момента отключения источника зарядного тока после протекания заданного заряда в устройстве предусмотрен установочный блок,

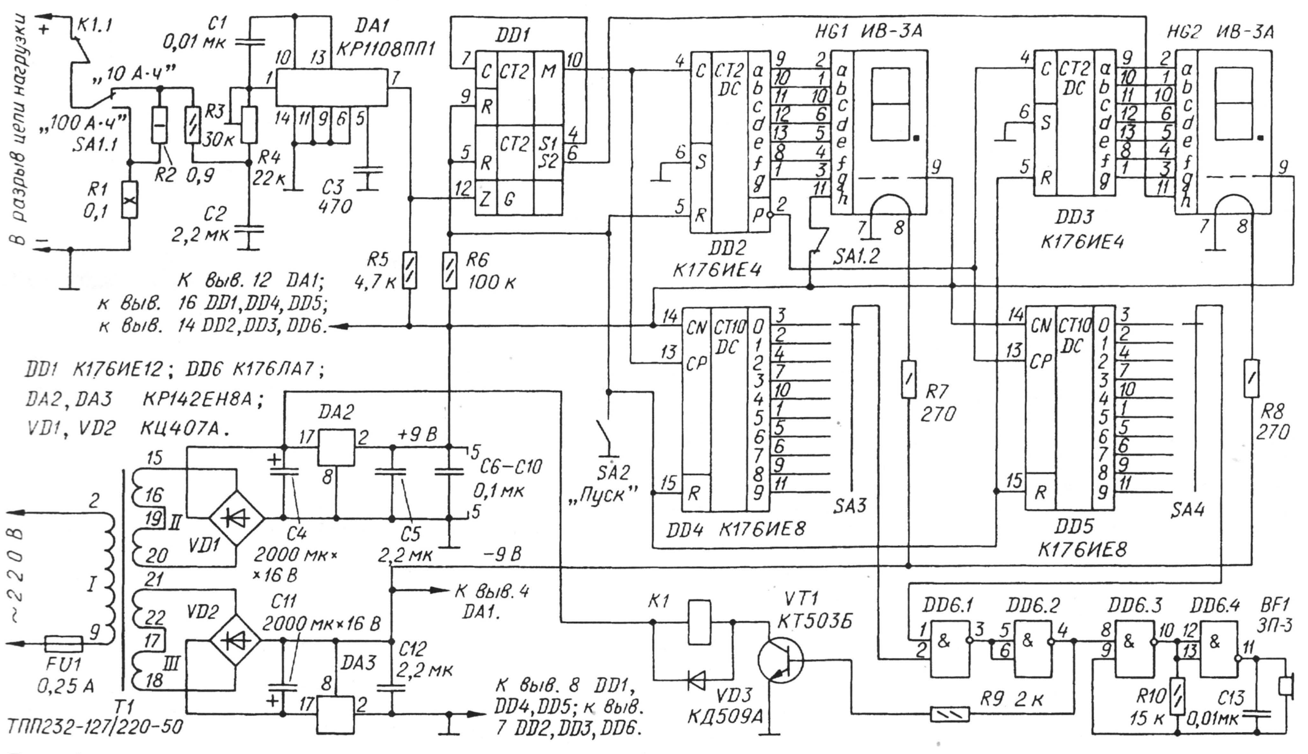



**Рис. 1**



E-mail: car@paguo.ru
тел. 207-88-18

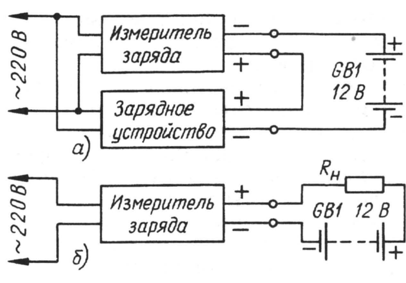



**Рис. 2**

состоящий из двух десятичных счетчиков-дешифраторов DD4, DD5, переключателей SA3, SA4 и логического узла на элементах DD6.1, DD6.2.

Изменение состояния счетчиков DD2—DD5 происходит по спаду входных импульсов, а установка в исходное состояние — подачей напряжения высокого уровня на вход R.

В режиме измерения заряда переключателями SA3 и SA4 устанавливают требуемое значение заряда, тумблером SA1 выбирают емкость счетчика "10 А•ч" или "100 А•ч" (цена деления младшего разряда счетчика 0,1 или 1 А•ч соответственно). Вход прибора включают в разрыв цепи нагрузки в соответствии со схемой, представленной на **рис. 2,** а, подают на прибор напряжение сети и замыкают контакты тумблера SA2 "Пуск".

На этом рисунке показана функциональная схема установки для измерения количества электричества, сообщаемого заряжаемой аккумуляторной батарее GB1. По такой же схеме собирают установку для проведения электрохимического процесса.

Через некоторое время на тех выходах счетчиков DD4, DD5, которые окажутся соединенными с подвижным контактом переключателей SA3, SA4, появится напряжение высокого уровня. Этот же уровень возникнет на выходе элемента DD6.2. В результате, во-первых, начнет работать генератор, выполненный на элементах DD6.3, DD6.4, вырабатывающий импульсную последовательность частотой около 2 кГц, а звуковой излучатель BF1 подаст сигнал, указывающий на то, что через заряжаемую батарею протекло заданное количество электричества.

Во-вторых, откроется транзистор VT1 и сработает электромагнитное реле K1, контакты K1.1 которого, разомкнувшись, обесточат нагрузку. В таком состоянии установка будет находиться до тех пор, пока ее не отключат от сети.

Измеритель заряда питается от двуполярного стабилизатора напряжения 2×9 В, выполненного на микросхемах DA2, DA3. Понижающий сетевой трансформатор T1 — унифицированный из серии ТПП. Конденсаторы C6—C10, защищающие микросхемы устройства от помех, устанавливают по одному около каждой из микросхем DD1—DD5.

При напряжении 1 В на входе преобразователя напряжение—частота децимальная точка индикатора HG2 включается с периодом примерно 3 с, индицируя протекание тока через цепь нагрузки. Чем больше этот ток, тем чаще включение точки.

Нити катода люминесцентных индикаторов HG1 и HG2 питаются от минусового плеча стабилизатора. Это сделано для увеличения разности напряжения между анодами—элементами и катодом индикатора, что дает возможность увеличить яркость свечения табло. Люминесцентные индикаторы в измерителе питаются пониженным напряжением (паспортное напряжение 20...30 В), поэтому их аноды—элементы подключены к выходам счетчиков К176ИЕ4 непосредственно, без дополнительных транзисторов.

Вместо ИВ-3А подойдут индикаторы ИВ-6, однако они крупнее и потребляют больший ток накала катода, поэтому потребуется подобрать резисторы R7, R8. Транзистор VT1 — любой кремниевый маломощный структуры n-p-n (например, из серий КТ312, КТ315, КТ503, КТ3117). Диодные мосты VD1, VD2 — любые из серий КЦ402—КЦ405; диод VD3 — также любой из серий КД503, КД509, КД510, КД513, КД521, КД522.

Конденсаторы C4, C11 — оксидные, К50-16 или К50-35; C3 — керамический (КМ-4, КМ-5, К10-7В, К10-47) или слюдяной, причем он должен иметь небольшой ТКЕ (МП0), поскольку от этого зависит стабильность коэффициента преобразования; остальные — любых типов, Резистор R1 состоит из двух параллельно соединенных С5-16В номиналом 0,2 Ом и мощностью 5 Вт. Его можно изготовить самостоятельно из отрезка толстого провода высокого сопротивления. Подстроечный резистор R4 — многооборотный СП5-2; остальные — МЛТ, С2-23, С2-33, причем R2 составлен из двух резисторов, соединенных параллельно (например, с номиналами 1 и 10 Ом).

Реле K1 использовано импортное, Best BS902CS (его обмотка имеет сопротивление 500 Ом, контакты рассчитаны на коммутацию постоянного и переменного тока до 10 А при напряжении 220 В). Оно имеет габариты 20×15×15 мм. Подходящее отечественное реле для измерителя заряда можно подобрать из группы автомобильных [3].

Трансформатор ТПП232-127/220-50 может быть заменен на любой из ряда ТПП231-127/220-50—ТПП235-127/220-50, при этом следует соединить вторичные обмотки таким образом, чтобы на диодные мосты VD1 и VD2 поступало напряжение 12...15 В. Сетевой трансформатор можно изготовить и самостоятельно. Его наматывают на ленточном магнитопроводе ШЛ16×20. Обмотка I содержит 2400 витков провода ПЭВ-1 0,08, обмотки II и III — по 140 витков провода ПЭВ-1 0,25.

Звуковой пьезоэлектрический излучатель BF1 — любой из серии ЗП. Тумблер SA1 — П2Т или другой, рассчитанный на ток не менее 5 А; SA2 — любой. Галетные переключатели SA3 — МПН-1.

Измеритель заряда собран в пластмассовом корпусе размерами 200×180×65 мм. Детали размещены на двух платах из текстолита, монтаж выполнен навесными проводниками. На одной из них размерами 190×130 мм, прикрепленной к днищу корпуса, установлены элементы T1, VD1, VD2, DA2, DA3, C4, C5, C11, C12, R1, R2, K1, BF1. Остальные детали распаяны на второй плате (165×45 мм), привинченной к передней панели. Стабилизаторы напряжения DA1, DA2 смонтированы на теплоотводах с охлаждающей поверхностью 30...40 см$^2$ каждый.

Калибруют устройство следующим образом. Входные контакты измерителя включают в разрыв цепи нагрузки по схеме рис. 2,а и задают рабочий ток равным 1 А. Контакты тумблера SA1 при этом должны находиться в разомкнутом положении, а тумблера SA2 — замкнутом. Измеряя многократно период следования импульсов на выходе преобразователя DA1 (вывод 7), подстроечным резистором R4 устанавливают их шестисекундный период. Затем проверяют точность шестиминутного периода импульсов на выходе M (вывод 10) счетчика DD1 и, если необходимо, корректируют тем же резистором.

Следует отметить, что объективно установить заряд, который должен принять аккумулятор, можно, если известна его реальная емкость и он разряжен до нижней допустимой границы.

Для определения емкости батареи собирают разрядную установку по схеме на рис. 2,б.

Максимальный постоянный ток, который можно пропускать через входную цепь в положении "100 А•ч" переключателя SA1 — 10 А, а в положении "10 А•ч", — 1 А. Если измеряемый ток имеет форму импульсов (например, при зарядке батареи аккумуляторов), то среднее значение тока нужно уменьшить до 6...7 А, иначе резистор R1 перегреется. При разомкнутых контактах тумблера SA1 ток не должен превышать 1 А.

ЛИТЕРАТУРА


1. **Гутников В. С.** Интегральная электроника в измерительных устройствах (изд. 2, перераб. и доп.) — Л.: Энергоатомиздат, Ленинградское отд., 1988, с. 269—273.

2. **Якубовский С. В., Ниссельсон Л. И., Кулешова В. И.** и др. Цифровые и аналоговые интегральные микросхемы. Справочник (под ред. Якубовского С. В.). — М.: Радио и связь, 1990, с. 432—445.

3. **Банников В.** Малогабаритные автомобильные электромагнитные реле. — Радио, 1994, № 9, с. 42; № 10, с. 41.






E-mail: car@paguo.ru тел. 207-88-18

# СИГНАЛИЗАТОР ВКЛЮЧЕНИЯ ЗАДНЕЙ ПЕРЕДАЧИ

*И. ЗАБЕЛИН, г. Москва*

В "Радио", 1999, № 5 на с. 37 в статье Р. Ушакова описан сигнализатор движения задним ходом. В нем использована специализированная телефонная микросхема КР1008ВЖ4. Я предлагаю вариант подобного сигнализатора, собранный на широкораспространенной микросхеме К561ЛН2.

Устройство представляет собой два генератора, включенных по сигналу последовательно. Первый из них собран на логических элементах DD1.1—DD1.3 (см. схему на **рис. 1**). Он формирует прямоугольные импульсы с длительностью высокого уровня 0,45 с, а низкого — 0,55 с.

Выходной сигнал этого генератора управляет работой второго генератора, выполненного на элементах DD1.4—DD1.6. При высоком уровне на выходе первого генератора второй заторможен, при смене уровней второй генератор начинает формировать последовательность прямоугольных импульсов частотой около 400 Гц.

На транзисторе VT1 собран усилитель тока, нагруженный динамической головкой BF1.

В автомобиле устройство подключено параллельно лампе, сигнализирующей о включении задней передачи. Сразу после подачи питания сигнализатор начинает воспроизводить звуковые импульсы.

Все детали, кроме динамической головки, смонтированы на печатной плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1 мм. Чертеж платы показан на **рис. 2.** Она вместе с головкой помещена в прочную металлическую или пластмассовую коробку, укрепленную в багажнике автомобиля. Готовую плату желательно покрыть водостойким лаком — это уменьшит зависимость работоспособности сигнализатора от пыли и влаги. ■

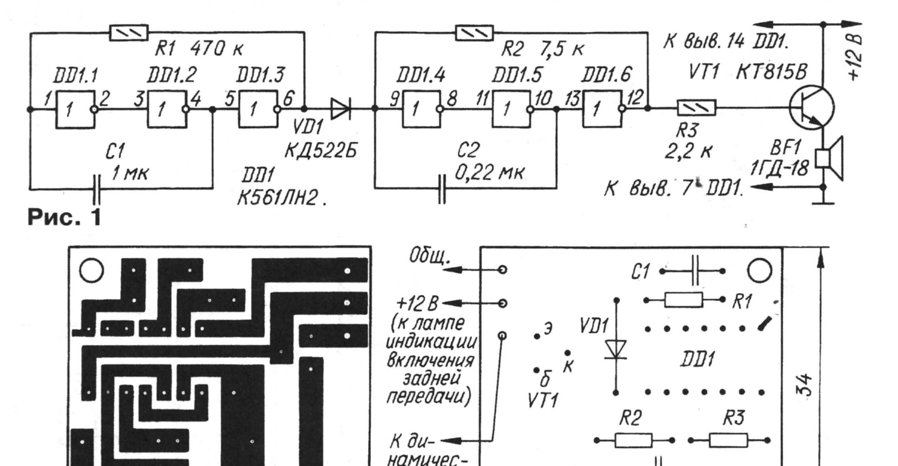



**Рис. 1**

**Рис. 2**

## ОБМЕН ОПЫТОМ

# 60 Гц ОТ "ЧАСОВОГО" РЕЗОНАТОРА

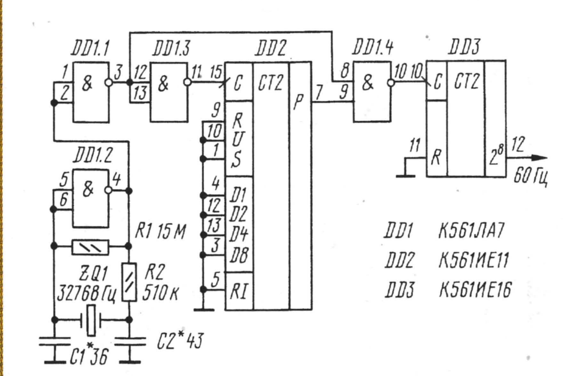
*С. БИРЮКОВ, г. Москва*

Для питания электронных часов, а возможно, и другой аппаратуры производства США и некоторых других стран, необходимо напряжение со стабильной частотой 60 Гц. При наличии кварцевого резонатора на частоту 1966,08 кГц получить его несложно (см., например, статью В. Полякова "Преобразователь питания для часов на 60 Гц" в "Радио", 2000, № 3, с. 28). Однако купить такой резонатор не всегда удается, поэтому рекомендуем воспользоваться генератором импульсов 60 Гц, в котором применен "часовой" резонатор на частоту 32768 Гц (см. **рисунок**).

Задающий генератор собран на элементе DD1.2 по традиционной схеме. Элемент DD1.1 - буферный, DD1.3 - инвертор, исключающий так называемые "гонки" на входах элемента DD1.4. Реверсивный счетчик DD2 на каждые 16 входных импульсов генерирует на своем выходе P сигнал переноса низкого уровня с длительностью, равной периоду входных импульсов. В результате из 16 импульсов через элемент DD1.4 проходит только 15. Средняя частота сигнала на выходе этого элемента составляет 32768×15/16=30720 Гц. Микросхема DD3 делит эту частоту на 512, и на ее выходе $2^8$ формируются импульсы со скважностью 2 (меандр) и частотой 60 Гц.

В качестве DD1 могут быть использованы только микросхемы серий К561 и 564, поскольку в кварцевом генераторе элементы других серий КМОП не работают. Функции счетчика DD2 может выполнять и микросхема К561ИЕ14, но тогда ее вход B (вывод 9) для установки режима двоичного счета нужно соединить с плюсовым проводом питания.

Точную частоту генератора устанавливают подбором конденсаторов C1 и C2. Частотомер следует подключить к выходу элемента DD1.1. Дело в том, что импульсы на выходе микросхемы DD3 расположены во времени несколько неравномерно. Это никак не сказывается на ходе часов, но мешает точной установке частоты при ее контроле (по периоду импульсов) на вы[illegible] микросхемы DD3. ■



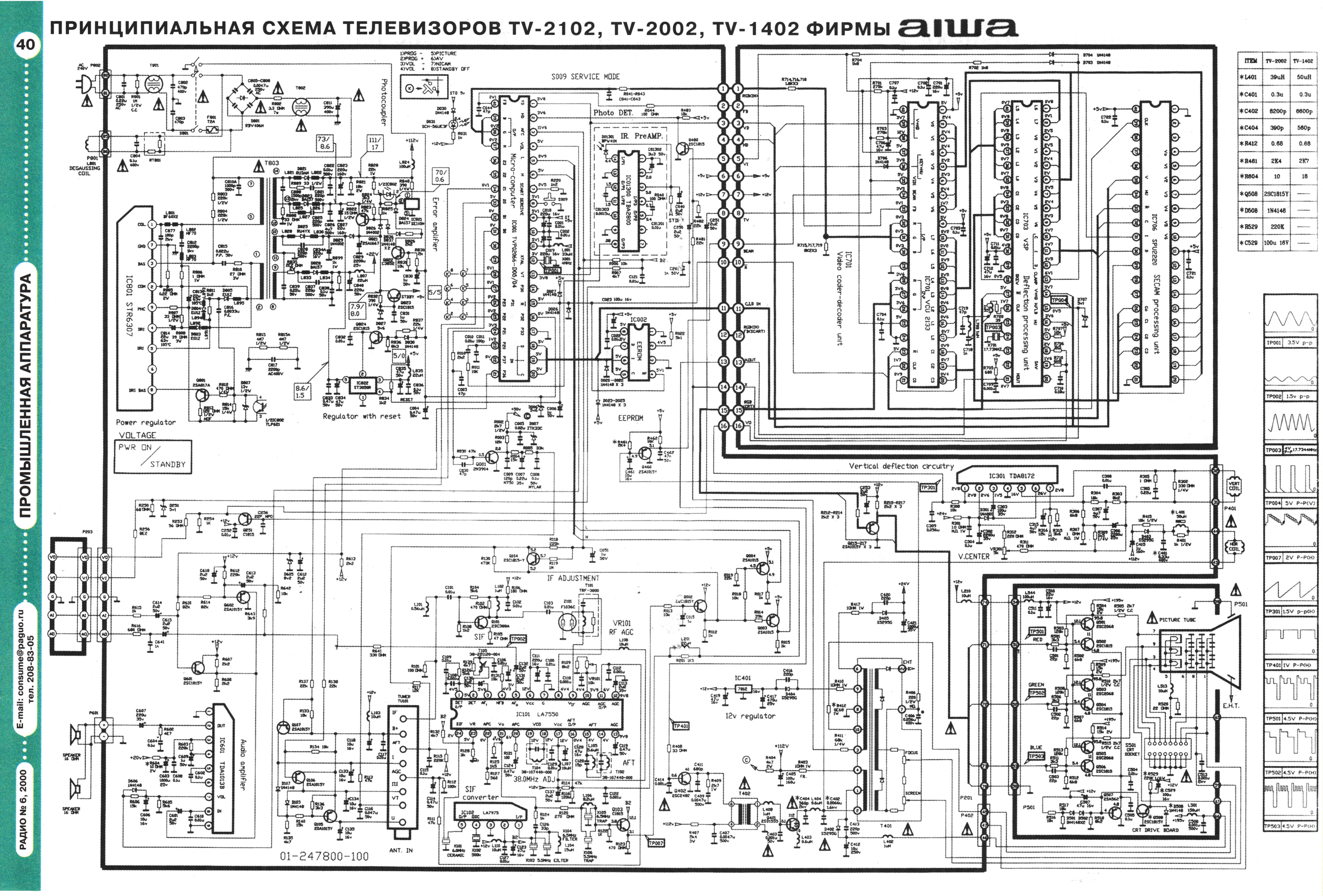





E-mail: car@paguo.ru тел. 207-88-18
РАДИО № 6, 2000

# ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА ТЕЛЕВИЗОРОВ TV-2102, TV-2002, TV-1402 ФИРМЫ aiwa






| ITEM | TV-2002 | TV-1402 |
|---|---|---|
| *L401 | 39uH | 50uH |
| *C401 | 0.3u | 0.3u |
| *C402 | 8200p | 6600p |
| *C404 | 390p | 560p |
| *R412 | 0.68 | 0.68 |
| *R481 | 2K4 | 2K7 |
| *R804 | 10 | 18 |
| *Q508 | 2SC1815Y | — |
| *D508 | 1N4148 | — |
| *R529 | 220K | — |
| *C529 | 100u 16V | — |

| | |
|---|---|
| TP001 | 3.5V p-p |
| TP002 | 1.5V p-p |
| TP003 | 4V p-p 17.734MHz |
| TP004 | 5V P-P(V) |
| TP007 | 2V P-P(H) |
| TP301 | 1.5V p-p(H) |
| TP401 | 1V P-P(H) |
| TP501 | 4.5V P-P(H) |
| TP502 | 4.5V P-P(H) |
| TP503 | 4.5V P-P(H) |


E-mail: consume@paguo.ru тел. 208-83-05



ПРОМЫШЛЕННАЯ АППАРАТУРА
E-mail: consume@paguo.ru тел. 208-83-05
РАДИО № 6, 2000

# УСТРОЙСТВО ЗАЩИТЫ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ОТ ПЕРЕГРУЗОК

*Л. МОРОХИН, с. Макарово Московской обл.*

***Предлагаемое устройство целесообразно использовать совместно с регулируемым стабилизатором напряжения, не имеющим специальных узлов защиты.***

Устройство предназначено для защиты регулирующего элемента стабилизатора напряжения от токовой и температурной перегрузок. Защита срабатывает при:

– превышении током нагрузки допустимого (установленного) значения;

– замыкании на выходе стабилизатора;

– превышении допустимой рассеиваемой мощности регулирующим элементом (нагрева его корпуса выше 50...70 °С).

Датчик температуры – терморезистор RK1 (**рис. 1**), смонтированный непосредственно на регулирующем элементе стабилизатора. При увеличении температуры сопротивление терморезистора уменьшается, следовательно, уменьшается и напряжение на инвертирующем входе компаратора на ОУ DA1. Резисторы R1 и R2 образуют делитель напряжения, который устанавливает порог срабатывания тепловой защиты – его регулируют подстроечным резистором R2.

Если напряжение на инвертирующем входе ОУ станет меньше, чем на прямом, сигнал на его выходе скачком изменится от низкого уровня до близкого к напряжению питания. Вследствие этого включится светодиод HL1, тринистор VS1 подаст напряжение на реле K1, которое сработает и своими нормально замкнутыми контактами отключит нагрузку, включится светодиод HL2. Звуковой индикатор издаст кратковременный сигнал.

На транзисторе VT1 собран узел защиты от превышения током нагрузки установленного значения и от замыкания на выходе. Резистор R8 – датчик тока. При значении тока около 1,5 А падение напряжения на нем открывает транзистор, который, в свою очередь, включает тринистор VS1.

Кнопки SB1 и SB2 позволяют отключать и подключать нагрузку к источнику питания, что необходимо в процессе налаживания питаемого устройства. Если защита срабатывает в результате перегрева регулирующего элемента, нагрузка не будет подключена до тех пор, пока не уменьшится его температура, о чем судят по выключению светодиода HL1.

Конструктивное исполнение устройства защиты зависит от размеров используемого блока питания. При необходимости звуковой индикатор можно исключить.

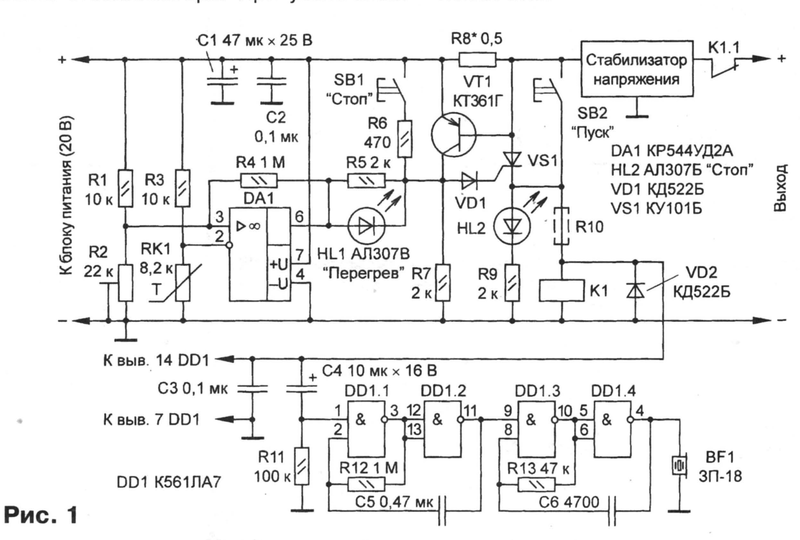



**Рис. 1**

В предлагаемом варианте применимы резисторы МЛТ-0,125, С1-4-0,125, С2-33-0,125 и им подобные. Резистор R8 изготовляют из нихромовой или манганиновой проволоки диаметром 0,5 мм, его сопротивление определяют исходя из необходимого тока срабатывания защиты по формуле

$R8 = 0{,}7/I_{защ}$,

где $I_{защ}$ – ток срабатывания защиты.

Можно также установить несколько резисторов разного сопротивления на различные значения тока срабатывания защиты (**рис. 2**). Контакты переключателя SA1 должны быть рассчитаны на максимальный ток нагрузки. Реле K1 следует подобрать таким, чтобы оно надежно срабатывало при номинальном напряжении на входе стабилизатора. Важно, чтобы и его контакты выдерживали максимальный ток. Сопротивление резистора R10 подбирают в зависимости от используемого реле. Из отечественных применимы, например, реле КУЦ-1, РЭК-53, устанавливаемые в телевизорах четвертого и пятого поколений.

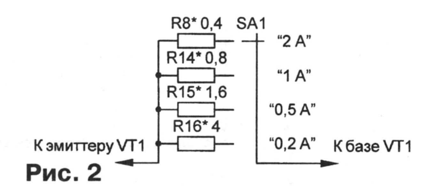



**Рис. 2**

Если рабочее напряжение реле – в пределах 5...15 В, звуковой индикатор подключают, как показано на рис. 1, если же больше – следует применить параметрический стабилизатор на напряжение 9...12 В.

Оксидные конденсаторы – К50-16 или аналогичные, остальные – КМ-6 и подобные. Диоды – любые кремниевые маломощные, транзистор – также любой маломощный кремниевый, например, серий КТ361, КТ3107. Терморезистор – ММТ-4, его крепят скобой непосредственно к регулирующему элементу стабилизатора, используя при необходимости изоляционную прокладку, так как корпус терморезистора соединен с одним из его выводов.

Правильно собранное устройство налаживания не требует. Рекомендуется лишь экспериментально подобрать сопротивление резистора R8 на определенный ток срабатывания защиты. Резистором R2 устанавливают порог срабатывания тепловой защиты, измеряя температуру регулирующего элемента термометром или, в крайнем случае, наощупь. Однако будьте внимательны и осторожны, чтобы не получить ожог.

***От редакции.*** *Для защиты транзистора VT1 от перегрузки в цепь его вывода базы целесообразно включить резистор сопротивлением 220...510 Ом.*

# МИНИАТЮРНЫЙ СИМИСТОРНЫЙ РЕГУЛЯТОР НАПРЯЖЕНИЯ

*Д. ТУРЧИНСКИЙ, г. Москва*

***Выпускаемые в настоящее время микросхемы тринисторных и симисторных фазоимпульсных регуляторов действующего значения напряжения позволяют создавать компактные и удобные устройства. Наиболее предпочтительны для этих целей симисторные микросхемы, поскольку диодный мост в тринисторных регуляторах рассеивает значительную мощность, что для компактных конструкций крайне нежелательно из-за ограниченных возможностей охлаждения.***

***В предлагаемой статье описан малогабаритный регулятор напряжения, выполненный на симисторной микросхеме.***

Это устройство собрано на специализированной микросхеме ГРН-1-220, которая представляет собой симисторный фазоимпульсный регулятор напряжения. Его можно разместить непосредственно в сетевой вилке нагрузки, например паяльника. Правда, на практике удобнее пользоваться устройством в виде вилки–переходника с розеткой для подключения нагрузки. Внешний вид регулятора показан на **рис. 1**.



Рис. 1

С учетом ограниченных условий охлаждения в малогабаритной конструкции мощность нагрузки предлагаемого устройства не должна превышать 100 Вт.

Регулятор выполнен по типовой схеме завода–изготовителя, которая приведена на **рис. 2.** При указанном на схеме сопротивлении переменного резистора R1 обеспечивается паспортный интервал регулирования напряжения.

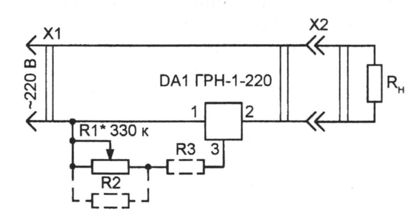



Рис. 2

**Основные параметры микросхемы**

Предельно допустимое напряжение (амплитудное значение), В .....400
Номинальное напряжение сети, В .....220
Ток нагрузки, не более, А .....2
Интервал регулирования эффективного напряжения, % .....0...97
Мощность нагрузки, Вт
  микросхема без теплоотвода .....250
  микросхема установлена на теплоотвод .....400
Интервал рабочих температур, °С .....– 40...+70

Из опыта практической работы известно, что в большинстве случаев для паяльников оптимальное рабочее напряжение – около 150...160 В. Поэтому целесообразно ограничить пределы изменения напряжения примерно от 100 до 200...210 В с тем, чтобы сделать регулировку напряжения более плавной. Кроме того, могут возникнуть сложности с приобретением переменного резистора нужного номинала. Решить эти вопросы возможно путем установки дополнительных резисторов, которые показаны на рис. 2 штриховой линией. Если интервал регулирования окажется больше требуемого, следует установить дополнительный резистор R2, сопротивление которого подбирают при налаживании, а если меньше – резистор R3.

Подборку целесообразно выполнить до монтажа устройства. Следует напомнить, что проводить измерения лучше вольтметром электромагнитной или тепловой системы, поскольку только они измеряют действующее значение напряжения. В крайнем случае настройку можно провести, используя в качестве индикатора обычную лампу накаливания.

Переменный резистор R1 – СП-0,4, СП3-9а или другой малогабаритный. Он должен быть обязательно с линейной характеристикой регулирования (группа А). Заметим, что при подключении дополнительного параллельного резистора R2 линейность регулирования несколько нарушается, но существенного значения это не имеет. Дополнительные резисторы также должны быть малогабаритными, например МЛТ-0,125.

Для установки в вилку микросхему нужно несколько доработать с учетом особенностей ее конструкции: микросхема собрана на подложке из тонкого стеклотекстолита. Ее выводы – продолжение токопроводящих дорожек, при изгибе они легко ломаются и обращаться с ними необходимо очень аккуратно. С целью усиления конструкции изогнутые выводы микросхемы припаивают к печатной плате из одностороннего фольгированного стеклотекстолита толщиной 0,5...0,8 мм, чертеж которой приведен на **рис. 3.** Плату целесообразно приклеить к основанию микросхемы с помощью клея–расплава.

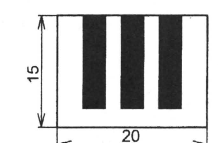



Рис. 3

Основа конструкции – сетевая вилка с “заземлением”. Для размещения деталей регулятора ее придется несколько доработать: просверлить в крышке отверстия для установки двухполюсной розетки, удалить “лишнюю” пластмассу в корпусе и на крышке вилки. По окончании монтажа переменный резистор “утапливают” в корпус и заливают клеем–расплавом. ■

## УКВ ПРИЕМНИК

*Окончание.*
*Начало см. на с. 20*

VT10, VT11, подбором резистора R16 — также половину напряжения питания на коллекторе транзистора VT5, подстроечным резистором R2 — падение напряжения на резисторе R3, равное 0,5 В. Затем, установив движки подстроечных резисторов R4 и R10 в среднее положение, осуществляют укладку границ принимаемых диапазонов растягивая или сжимая витки гетеродинных катушек L4 и L5. Возможно, при этом придется уменьшить или добавить по одному витку. Настроившись на радиостанцию, устанавливают резистор R18 в верхнее по схеме положение и подстроечным резистором R10 устанавливают максимальную громкость звучания, при которой искажения еще не заметны. После этого подстроечным резистором R4 добиваются четкого зажигания светодиода HL4 при точной настройке на станцию и его гашения — при расстройке.

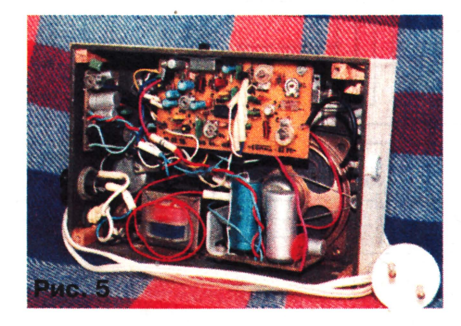


Рис. 5

Окончательная процедура регулировки — вращением роторов подстроечных конденсаторов C1 и C3 добиваются максимальной чувствительности приемника при приеме слабых сигналов радиостанций. ■

# ЛАБОРАТОРНЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ

**_А. ШИТОВ, г. Иваново_**

***Относительную сложность предлагаемого устройства компенсируют улучшенные (по сравнению с аналогичными приборами) параметры и потребительские качества. Рекомендации автора позволяют как упростить при желании конструкцию, так и ввести в нее дополнительные функции.***

По сравнению с уже описанными в журнале "Радио" подобными устройствами предлагаемый источник питания, на мой взгляд, обладает рядом преимуществ: во-первых, в отличие от предложенных ранее вариантов управления интегральной микросхемой КР142ЕН12А, стабилизатор напряжения охвачен общей цепью обратной связи; во-вторых, измерительный резистор тока нагрузки включен непосредственно на выходе устройства, поэтому измеряется фактически потребляемый нагрузкой ток.

Кроме того, источник питания не содержит ручных переключателей пределов выходного напряжения. Вместо этого в нем установлен автоматический тринисторный переключатель, коммутирующий вторичные обмотки трансформатора в зависимости от выходного напряжения. Таким образом, уменьшена мощность, рассеиваемая регулирующим элементом стабилизатора при малых выходных напряжениях или при перегрузке по току.

Источник питания содержит светодиодный индикатор режима работы, который позволяет четко фиксировать момент перехода из режима стабилизации напряжения в режим стабилизации тока, и наоборот. И наконец, он не требует подборки элементов для точной установки нулевого выходного напряжения. Его схема показана на **рис. 1**.

Устройство содержит узел измерения выходного напряжения на микросхеме DA7, регулируемый стабилизатор напряжения (DA5, DA6), узел ограничения тока (DA2), узел индикации (DA3), узел переключения обмоток трансформатора (DA8, VS1) и вспомогательный источник питания (DA1, DA4).

Сетевой трансформатор T1 имеет три вторичных обмотки, две из которых (II и II') используют для питания нагрузки и формирования напряжения +24 В для питания стабилизатора, а третья (III) – для получения напряжения –6 В. Выпрямительные диодные мосты VD5–VD8 и VD1–VD4 включены последовательно, поэтому на выходе первого из них действует напряжение около 13 В, а на выходе второго – 26 В. С выхода одного из мостов напряжение поступает через диод VD9 или тринистор VS1 на сглаживающие конденсаторы C6 и C7, а далее – на интегральный стабилизатор DA5.

Управляющее напряжение на выводе 17 этой микросхемы формируют ОУ DA6 и усилитель тока на транзисторе VT4. На неинвертирующий вход ОУ подают напряжение с переменного резистора R8, которым устанавливают необходимое выходное напряжение. На инвертирующий вход приходит сигнал с дифференциального усилителя, выполненного на ОУ DA7.

Этот усилитель формирует напряжение, пропорциональное выходному. Необходимость такого узла продиктована тем, что последовательно с нагрузкой включен измерительный резистор R20 небольшого сопротивления. Коэффициент передачи усилителя равен 0,33, поэтому напряжение на его выходе находится в пределах 0...6,6 В при изменении выходного напряжения источника от 0 до 20 В.

ОУ DA6 вырабатывает такой сигнал, чтобы разность значений напряжения на его входах была равна нулю. Таким образом осуществляется стабилизация выходного напряжения. Конденсатор C17 устраняет самовозбуждение ОУ.

Напряжение на резисторе R20 сравнивают с напряжением, снимаемым с делителя R4–R6. Если напряжение на резисторе R20 меньше, чем на движке переменного резистора R5, на выходе компаратора DA2 – напряжение около 23 В. Диод VD11 в это время закрыт. Как только ток нагрузки достигнет предела, установленного резистором R5, напряжение на выходе ОУ DA2 снизится, что приведет к открыванию диода VD11 и уменьшению напряжения на резисторе R8. Таким образом, изменяется "задание" стабилизатору напряжения, и его выходное напряжение уменьшается до уровня, при котором ток нагрузки равен току ограничения. Самовозбуждение ОУ DA2 предотвращает конденсатор C14.

В результате уменьшения напряжения на выходе ОУ DA2 произойдет переключение триггера Шмитта DA3, на его выходе появится напряжение, близкое к питающему (+23 В). Светодиод HL1 сообщит о перегрузке красным свечением. После выхода устройства из режима ограничения тока триггер Шмитта переходит в исходное состояние. Отрицательное напряжение на его выходе (около –5 В) приведет к тому, что диод VD12 закроется, а транзистор VT2, который включает зеленый кристалл светодиода HL1, откроется. Диод VD12 при этом защитит красный кристалл от пробоя обратным напряжением.

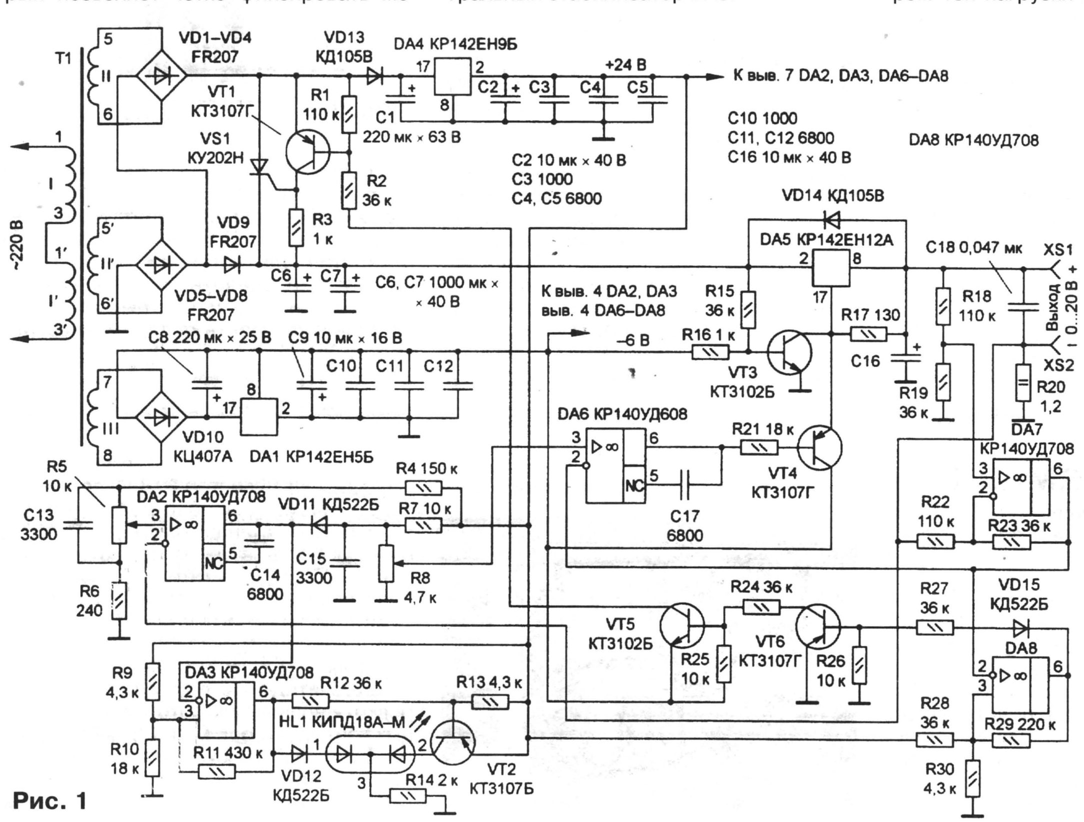



Рис. 1



E-mail: power@paguo.ru тел. 207-89-00

Применение отдельного ОУ для индикации режима работы позволило добиться четкой фиксации момента перехода в режим стабилизации тока или напряжения. Действительно, в рабочем состоянии (в режиме стабилизации напряжения) на инвертирующий вход ОУ DA3 поступает напряжение около 23 В, а порог переключения триггера Шмитта – 19 В, поэтому на его выходе будет низкий уровень (–5 В).

При переходе в режим ограничения тока напряжение на инвертирующем входе ОУ DA3 становится равным (без учета его падения на диоде VD11) напряжению в точке соединения резисторов R7 и R8, которое не превышает 7...8 В. На выходе ОУ DA3 при этом окажется напряжение высокого уровня (+23 В). Резистор R11 обеспечивает гистерезис около 0,2 В для более четкой работы узла индикации.

На ОУ DA8, также выполняющем функцию триггера Шмитта, собран узел коммутации вторичных обмоток трансформатора. На его вход (вывод 2 ОУ DA8) поступает сигнал, пропорциональный напряжению на выходных разъемах XS1 и XS2 источника питания. Если оно меньше 9 В, на выходе ОУ – напряжение около 23 В и тринистор VS1 закрыт. Напряжение на вход стабилизатора DA5 поступает через диод VD9 с обмотки II' трансформатора.

Когда выходное напряжение превысит 9 В, триггер на ОУ DA8 переключится, что приведет к последовательному открыванию диода VD15, транзисторов VT6, VT5 и VT1, а вслед за ними и тринистора VS1. Теперь напряжение на микросхему DA5 поступает с двух последовательно соединенных обмоток II и II' трансформатора. Диод VD9 закрыт приложенным к нему обратным напряжением.

Ширина "петли гистерезиса" триггера Шмитта по выходному напряжению блока питания – около 2 В, поэтому когда выходное напряжение уменьшается до 7 В, тринистор VS1 закрывается и отключает обмотку II. При переходе в режим стабилизации тока или при замыкании на выходе описанный узел также может временно отключить одну обмотку трансформатора, уменьшив, таким образом, мощность, рассеиваемую микросхемой DA5.

Двуполярное напряжение питания для операционных усилителей и транзисторов формируют интегральные стабилизаторы DA1 и DA4. Напряжение для источника –6 В поступает с отдельной обмотки III трансформатора, а для источника +24 В – с двух последовательно соединенных обмоток II и II'. Диод VD13 перед сглаживающим конденсатором C1 введен, чтобы напряжение на аноде тринистора VS1 было пульсирующим. Это необходимо для закрывания тринистора после снятия управляющего воздействия.

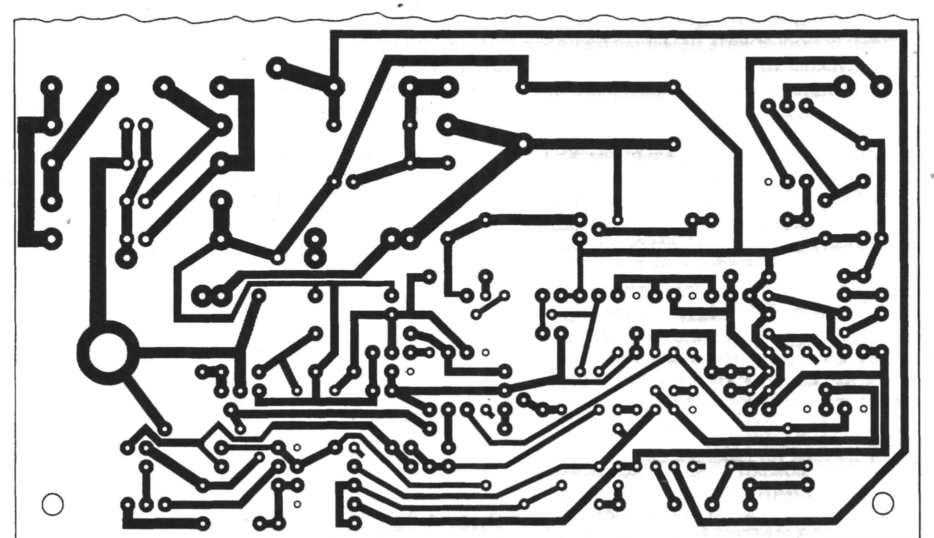
После отключения источника питания от сети, особенно при высокоомной нагрузке, конденсаторы C6 и C7 разряжаются дольше, чем пропадают напряжения +24 В и –6 В. Поэтому управляющий вход (вывод 17) стабилизатора DA5 оказывается неподключенным, регулирующий транзистор этой микросхемы полностью открывается, и на выходе может появиться напряжение до 30 В. Чтобы этого не происходило, в устройство введены транзистор VT3 и делитель напряжения R15R16.

В обычном режиме этот узел не оказывает влияния на работу стабилизатора, поскольку к базе транзистора приложено закрывающее напряжение около –5 В. После отключения питания и исчезновения напряжения –6 В транзистор открывается, соединяя с общим проводом вывод 17 микросхемы DA5, и напряжение на ее выходе снижается до 1,2 В.

Недостаток подобной защиты заключается в следующем: в случае, когда на выходе устройства установлено напряжение менее 1,2 В, при отключении питания выходное напряжение не снижается, а наоборот, возрастает. Это следует учитывать при работе с малым выходным напряжением и отключать нагрузку от источника раньше, чем сам источник от сети.

Большинство деталей устройства смонтировано на печатной плате, чертеж которой показан на **рис. 2.** Микросхему DA5 необходимо установить на теплоотвод. Провода, идущие к измерительной цепи, подключают непосредственно к разъемам XS1 и XS2.

Микросхемы КР140УД708 заменимы на КР140УД608 или К140УД6, К140УД7. На месте DA6 может быть установлен ОУ К140УД6. Микросхема КР142ЕН5Б заменима на КР142ЕН5Г, а КР142ЕН9Б – на КР142ЕН9Д или КР142ЕН9И. Допустима замена КР142ЕН12А на КР142ЕН12Б, но при этом максимальный ток источника питания не должен превышать 1 А. Транзисторы VT3 и VT5 – КТ3102А–КТ3102В, КТ3102Д или КТ315В–КТ315Е, КТ315Р; VT1, VT2, VT4 и VT6 – КТ3107А–КТ3107Д,



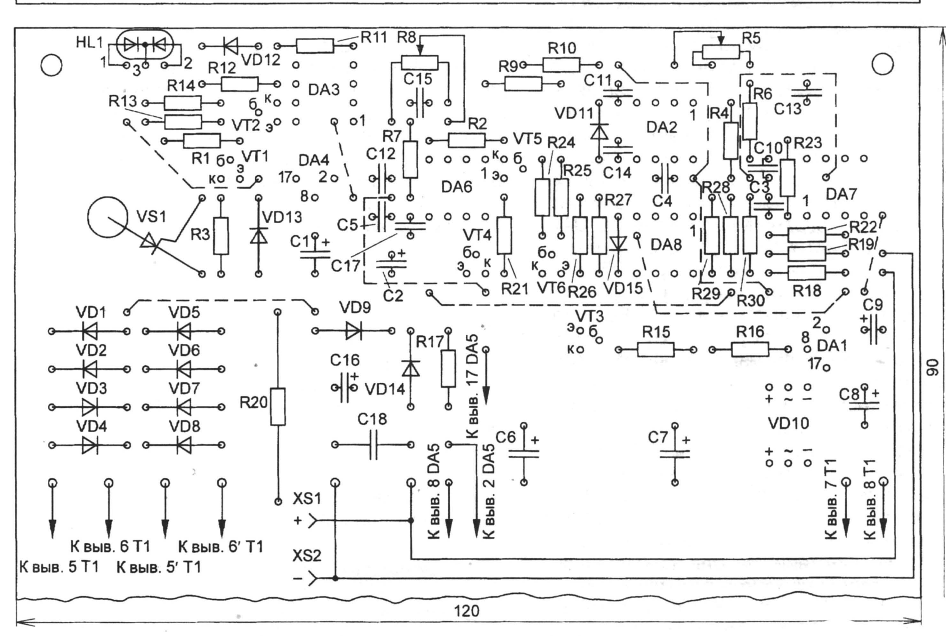



**Рис. 2**



E-mail: power@radio.ru
тел. 207-89-00

КТ3107И, КТ3107К или КТ361В–КТ361Е. Тринистор VS1 – КУ202В–КУ202Н. Вместо диодов FR207 можно установить отечественные серии КД226. Диоды VD13 и VD14 – любые серий КД105, КД208 или КД209. На месте диодов VD11, VD12 и VD15, кроме указанного на схеме, могут работать КД521А–КД521В. Светодиод HL1 заменим любым с управляемым цветом свечения, рассчитанным на ток 10...20 мА.

Трансформатор – ТС-40-2 либо другой, обеспечивающий на обмотках II и II' напряжение 12...15 В при токе до 1,5 А, а на обмотке III – напряжение около 10 В. Постоянные резисторы (кроме R20) – МЛТ-0,125, переменные R5 и R8 – СП3-30а. Резистор R20 изготовлен из отрезка нихромовой проволоки диаметром 0,5 мм и длиной 15 см, намотанного на резистор МЛТ-2 сопротивлением 7,5 кОм. Оксидные конденсаторы – К50-35, К50-40, остальные – КМ, К10-17.

Пары резисторов R18, R22 и R19, R23 желательно подобрать с наименее отличающимися сопротивлениями, причем само это значение некритично – вполне допустимо использовать обычные резисторы с допуском 10 %.

Налаживание устройства заключается в основном в подборке элементов, определяющих пределы изменения напряжения и тока. Подключив к разъемам XS1 и XS2 вольтметр постоянного тока и установив движок переменного резистора R5 в верхнее по схеме положение, убеждаются, что при повороте движка резистора R8 напряжение изменяется от 0 до 20 В. Верхний предел можно установить подбором резистора R7. Следует также проконтролировать напряжение на конденсаторах С6 и С7. При выходном напряжении менее 7...9 В конденсаторы должны быть заряжены до напряжения 15...18 В, а при большем выходном напряжении – до 30...35 В.

Далее подключают к выходу источника питания амперметр на максимальный ток не менее 2 А, а движок переменного резистора R8 устанавливают в среднее положение (движок резистора R5 в верхнем по схеме положении). При подключении амперметра цвет излучения светодиода HL1 должен сразу же измениться с зеленого на красный. Если этого не произошло и ток замыкания не превышает 1,5 или 1 А (в зависимости от типа микросхемы DA5), значит, встроенные элементы защиты этой микросхемы включились раньше узла ограничения тока на ОУ DA2. Этот конфликт можно устранить уменьшением емкости конденсатора С15 либо увеличением емкости конденсатора С16.

Подбором резисторов R4 и R6 устанавливают соответственно верхний и нижний пределы изменения тока ограничения при крайних положениях движка переменного резистора R5. Необходимо также убедиться, что система ограничения тока работает при верхнем по схеме положении движка резистора R8, а напряжение на конденсаторах С6 и С7 в этом случае не превышает 20 В. На этом налаживание устройства закончено.

При отсутствии светодиода с управляемым цветом свечения его можно заменить двумя разного цвета, например, из серии АЛ307, исключив при этом элементы VT2, VD12, R13 и собрав узел инди-

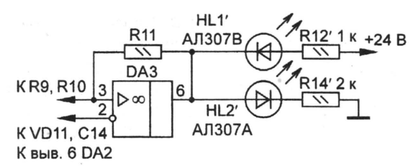



**Рис. 3**

кации, как показано на **рис. 3.** Узел индикации можно еще более упростить, исключив ОУ DA3, резисторы R9–R11 и включив светодиод красного цвета излучения последовательно с диодом VD11. Но в этом случае яркость свечения будет зависеть от перегрузки по току и момент перехода устройства в режим стабилизации тока заметить будет сложнее.

И наконец, коротко о том, как уменьшить влияние сопротивления проводников, соединяющих источник питания с нагрузкой. Для этого необходимо подключать нагрузку $R_н$ (**рис. 4**) четырьмя проводами. Два из них – силовые, другие два, соединенные с разъемами XS3 и XS4, подключены к измерительной цепи и могут иметь меньшее сечение. Дополнительно следует установить резисторы R31 и R32, которые обезопасят нагрузку от превышения напряжения в случае обрыва проводников обратной связи.

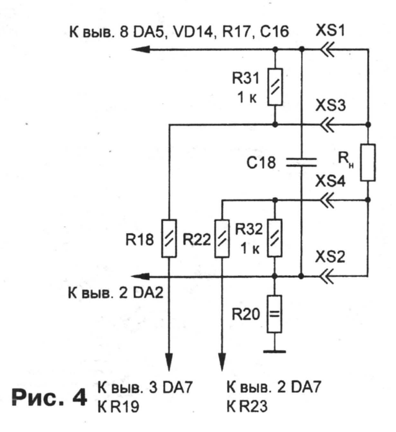



**Рис. 4**

При четырехпроводном способе включения нагрузки целесообразно также уменьшить напряжение смещения ОУ DA6, введя подстроечный резистор R33 сопротивлением 1–10 кОм, как показано на **рис. 5.** Установив движок переменного резистора R8 в нижнее по схеме положение, подстроечным резистором R33 устанавливают на выходе источника пи-

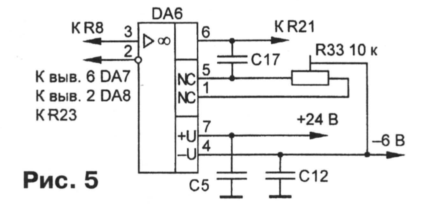



**Рис. 5**

тания нулевое напряжение с точностью до долей милливольта.

***От редакции.*** *Для защиты ОУ DA2 последовательно в цепь его инвертирующего входа рекомендуем включить резистор сопротивлением около 1 кОм.*

Известно, что почти все литературные источники описывают расчет усилительных ступеней с полевым транзистором только в режиме малого сигнала переменного тока. Непросто найти даже рекомендации по выбору начального режима транзистора. Между тем для большинства практических случаев нужнее расчет ступени на постоянном токе.

Предлагаемая в статье методика позволяет провести расчет наиболее часто встречающихся на практике узлов — усилителей постоянного тока, стабилизаторов тока и т. д. При этом расчет по переменному току в режиме малого сигнала для низко- и среднечастотных сигналов будет лишь частным случаем более общего расчета по постоянному току.

Для определенности ограничимся рассмотрением n-канальных транзисторов со встроенным каналом; для p-канальных нужно только изменить полярность напряжения.

Принято переходные характеристики $I_С$=f($U_{ЗИ}$) транзистора аппроксимировать квадратичной функцией. Это в значительной степени справедливо для транзисторов с одиночным каналом, но их давно уже не выпускают. В настоящее время даже маломощные полевые транзисторы представляют собой сборку из нескольких включенных параллельно каналов— ячеек, а мощные содержат их до нескольких сотен, иногда и тысяч.

В силу этого и некоторых других факторов реальная переходная характеристика таких транзисторов лежит между линейной и квадратичной функциями. Аппроксимация реальной характеристики квадратичной функцией способна привести лишь к усложнению расчетов, не оправданному соответствующим повышением точности. Целесообразнее для расчетов использовать линейную аппроксимацию.

На переходной характеристике транзистора есть две характерные точки — начальный ток стока $I_{С0}$ транзистора, определяемый при $U_{ЗИ}$=0,

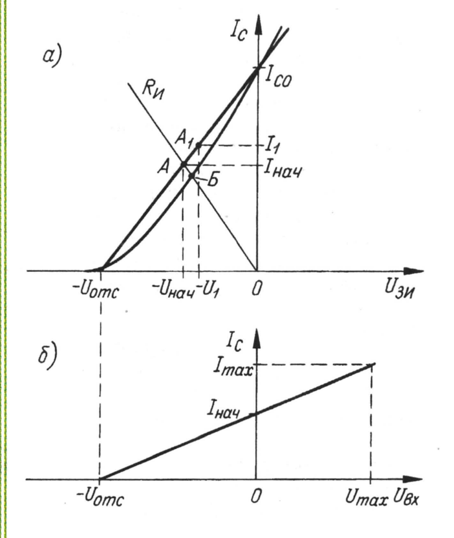



**Рис. 1**

E-mail: power@paguo.ru
тел. 207-89-00

# О РАСЧЕТЕ СТУПЕНЕЙ НА ПОЛЕВОМ ТРАНЗИСТОРЕ

*А. МЕЖЛУМЯН, г. Москва*

***Расчет различных ступеней на полевом транзисторе будет заметно проще, если использовать линейную аппроксимацию его характеристики, предложенную автором этой статьи. Если напряжение отсечки и начальный ток стока конкретного экземпляра транзистора известны, то такой расчет дает неплохое совпадение с практикой.***

и так называемое напряжение отсечки $U_{отс}$ (**рис. 1**,а). И если с первой все ясно, то со второй вопрос сложнее.

Дело в том, что переходная характеристика асимптотически стремится к оси $U_{ЗИ}$, из-за чего указать определенно напряжение, при котором ток стока будет равен 0 (т. е. истинное напряжение отсечки), невозможно. Поэтому и было принято условное значение $U_{отс}$ — напряжение, при котором ток стока равен 10 мкА, т. е. легко измеряемому значению.

Однако именно вблизи этой точки характеристика имеет особенно резкий изгиб, что и дает наибольшую составляющую погрешности при линейной аппроксимации. Правильнее было бы определять вторую точку в начале участка изгиба, например, по критерию уменьшения дифференциального значения крутизны или по определенному значению тока стока. К сожалению, отсутствие надежной статистики по переходным характеристикам современных полевых транзисторов не позволяет четко решить этот вопрос.

Поэтому приходится принять линейную аппроксимацию по двум стандартным точкам — $I_{C0}$ и $U_{отс}$. Сопутствующая ей погрешность в большинстве случаев не превышает 15 %, что вполне достаточно для практики. На рис. 1, а жирной прямой показана линейная аппроксимация реальной характеристики транзистора.

На **рис. 2** в качестве примера изображена схема истокового повторителя. При $U_{вх}=0$ (если замкнуть вход повторителя на общий провод) рабочая точка А находится на пересечении переходной характеристики и нагрузочной прямой $R_И$ (рис. 1). Реальная рабочая точка находится на пересечении действительной переходной характеристики и нагрузочной прямой — это точка Б. Рисунок иллюстрирует характер погрешности из-за линейной аппроксимации.

Начальное положение рабочей точки А по току $I_{нач}$ определяет выражение: $I_{нач}=I_{C0}/(S \cdot R_И+1)$, а по напряжению его можно выразить, как $U_{нач}=I_{нач} \cdot R_И= =I_{C0} \cdot R_И/(S \cdot R_И+1)$, где $S=I_{C0}/U_{отс}$ — усредненная крутизна характеристики, а $R_И$ — сопротивление резистора $R_И$ (рис. 2).

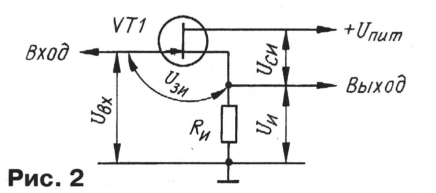



**Рис. 2**

При соединении затвора с общим проводом повторитель становится токостабилизирующим двуполюсником (стабилизатором тока). По первой формуле можно вычислить ток стабилизации.

Минимальное напряжение, при котором устройство входит в режим стабилизации тока, равно $U_{пит\,min}=U_{нач}+U_{СИ}$. Падение напряжения на канале транзистора $U_{СИ}$ определяют либо по семейству выходных характеристик, либо экспериментально. Если $R_И=0$, ток стабилизации максимален и равен $I_{C0}$, выходное сопротивление минимально и практически равно выходному сопротивлению транзистора.

С подачей на вход истокового повторителя постоянного (например, плюсового) напряжения $U_{вх}$ рабочая точка смещается в положение $A_1$ и ее новая координата по току $I_1$ соответствует выражению: $I_1=I_{нач}+\Delta I=(I_{C0}+U_{вх} \cdot S)/(S \cdot R_И+1)$. Значение закрывающего транзистор напряжения определится при $I_1 \approx 0$ — оно равно $U_{отс}$.

По напряжению новое положение рабочей точки можно выразить соотношением: $U_1=I_1 \cdot R_И=R_И(I_{C0}+ U_{вх} \cdot S)/(S \cdot R_И+1)$.

Пределы входного напряжения в области плюсовых значений в общем виде описывает формула: $U^+_{вх}=[I_{max}(S \cdot R_И+1)- -I_{C0}]/S$, где $I_{max}$ — максимальный ток транзистора. Максимальное значение тока $I_{max}$ ограничивают несколько факторов. Так, для транзисторов с затвором в виде p-n перехода оно не должно превышать $I_{C0}$, иначе затвор перейдет в режим прямого смещения и входное сопротивление транзистора резко уменьшится*. С учетом этого последняя формула упрощается: $U^+_{вх}=I_{C0} \cdot R_И$.

Граница рабочего интервала со стороны минусового напряжения не зависит от начального режима работы транзистора и всегда начинается с $U_{отс}$. Из сказанного следует, что для расширения рабочего интервала следует выбирать транзистор с большим значением $U_{отс}$.

Для транзистора с изолированным затвором значение $I_{max}$ ограничивается только предельно допустимым для прибора током или допустимой мощностью рассеивания. В любом случае $I_{max}$ не может превышать $U_{пит}/R_И$. При проведении расчетов для конкретной ступени находят значение $I_{max}$, определяемое каждым из рассмотренных выше факторов, выбирают наименьшее, и именно его подставляют в формулы.

Преобразуя выражение для $U_1$, получим $U_1=I_{C0} \cdot R_И/(S \cdot R_И+1)+U_{вх} \cdot S \cdot R_И/(S \cdot R_И+1)$. Эта формула явно показывает, что характеристика $U_{вых}=f(U_{вх})$ для истокового повторителя линейна.

Крутизна преобразования $K_{пS}$ истокового повторителя равна: $K_{пS}=\Delta I_{вых}/\Delta U_{вх}=S/(S \cdot R_И+1)$. Соответственно коэффициент передачи по напряжению $K_{пU}=K_пI \cdot R_И=S \cdot R_И/(S \cdot R_И+1)$.

На рис. 1,б показана характеристика $I_C=f(U_{вх})$ истокового повторителя. Передаточная характеристика $U_{вых}=f(U_{вх})$ имеет аналогичный вид, поскольку $U_{вых}=I_C \cdot R_И$.

На **рис. 3** изображена схема типичной усилительной ступени, в которой транзистор собран по схеме с общим истоком и резистором $R_И$ автоматического смещения. Начальный режим транзистора определен сопротивлением этого резистора. При задании режима транзистора по току $I_{нач}$ (в отсутствие входного сигнала) сопротивление резистора можно определить по формуле: $R_И=(I_{C0}-I_{нач})/I_{нач} \cdot S$.

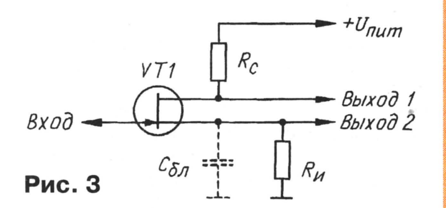



**Рис. 3**

Обычно рабочую точку выбирают на середине характеристики, т. е. $I_{нач}=I_{C0}/2$ и $U_{нач}=U_{отс}/2$, и эта формула упрощается: $R_И=1/S=U_{отс}/I_{C0}$.

Если начальное положение рабочей точки на характеристике должно быть несимметричным (например, в случае несимметричного входного сигнала), сопротивление резистора $R_И$ при заданном значении $U_{нач}$ начального смещения определяют по формуле: $R_И=U_{нач}/(I_{C0}-U_{нач} \cdot S)$. Напряжение на стоке транзистора будет равно $U_C=U_{пит}-I_{нач} \cdot R_C$.

При симметричном сигнале сопротивление резистора $R_C$, обеспечивающее максимальный размах выходного напряжения при отсутствии искажений, находят по формуле: $R_C=(U_{пит}-U_{нач})/2I_{нач}$. Если же рабочую точку выбирают в середине передаточной характеристики транзистора, то $R_C=(U_{пит}-0{,}5U_{отс})I_{C0}$.

Резистор $R_И$ является элементом отрицательной ОС, уменьшающей коэффициент передачи ступени. Для устранения действия ОС по переменному напряжению обычно включают блокировочный конденсатор $C_{бл}$, показанный на рис. 3 штриховыми линиями. С этим конденсатором амплитуда отрицательных полуволн входного сигнала не должна превышать значения, равного напряжению отсечки транзистора.

---

* Реально, как было показано в статье А. Межлумяна "Необычный режим работы полевого транзистора", опубликованной в "Радио", 1991, № 3, с. 58—61, транзисторы без заметного снижения входного сопротивления могут работать с небольшим положительным смещением на затворе, при котором ток больше $I_{C0}$. Однако для общего анализа эта прибавка несущественна и ею можно пренебречь.



E-mail: radio@paguo.ru
тел. 207-88-18

Устранить действие ОС по переменному напряжению можно и другим путем — включением в цепь истока транзистора вместо резистора элемента, напряжение на котором мало зависит от протекающего через него тока, например, диода в прямом включении, стабистора и т. п. Однако такое схемотехническое решение возможно лишь в том случае, когда напряжение на этом элементе будет равно $U_{нач}$. Если же напряжение на элементе будет несколько меньше, то последовательно с ним включают добавочный резистор небольшого сопротивления.

Коэффициент передачи $K_{пU}$ ступени, собранной по схеме с общим истоком, определен известным выражением: $K_{пU}=S \cdot R_C$. При наличии резистора в цепи истока $K_{пU}$ уменьшается: $K_{пU}=S \cdot R_C/(S \cdot R_И+1)=I_{C0} \cdot R_C/(I_{C0} \cdot R_И+U_{отс})$.

Сигнал на стоке транзистора VT1 (выход 1) находится в противофазе со входным, а сигнал на истоке (выход 2) — в фазе, что позволяет применять эту ступень в качестве фазорасщепителя. Обычно от фазорасщепителей требуется, чтобы значения амплитуды сигналов по обоим выходам были равными: $U_{вых1}=U_{вых2}$ или $I_C \cdot R_C=I_И \cdot R_И$. Поскольку $I_C=I_И$, условие равенства амплитуд выглядит так: $R_C=R_И$. При этом будут равны и значения коэффициента передачи по обоим выходам. Коэффициент передачи, сопротивление резисторов $R_C$ и $R_И$, а также другие необходимые параметры могут быть рассчитаны по представленным выше формулам.

Рассмотрим, например, условия, при которых ступень по схеме на рис. 3 превращается по выходу 1 в линейный инвертор с $K_{пU}=1$. Приравняв единице $K_{пU}$ в последней формуле, получим $R_C-R_И=1/S=U_{отс}/I_{C0}$.

Такая ступень по аналогии с подобной на биполярном транзисторе может быть названа стоковым повторителем. ■

# ЦИФРОВОЙ ИНДИКАТОР НАПРЯЖЕНИЯ

*С. КУЛЕШОВ, г. Курган*

В большинстве случаев результаты измерений аналоговых величин лучше всего считывать с цифрового индикатора. С этой целью при необходимости применяют различные преобразователи (например, температура—напряжение, фаза—напряжение), выходной сигнал которых подают на АЦП и далее на цифровой индикатор. Описываемое устройство удобно использовать, когда нужен недорогой измеритель средней степени точности, а применение однокристальных АЦП по каким-либо причинам невозможно.

Схема двухразрядного индикатора приведена на **рисунке.** Диапазон измерений входного напряжения 0...7 В, при большем напряжении следует применять делитель. Принцип работы АЦП основан на измерении времени зарядки конденсатора до напряжения, равного измеряемому, и последующем его преобразовании в цифровую форму. Пропорциональность измеряемых времени и напряжения обеспечивается стабилизацией тока зарядки.

Работой АЦП управляет генератор прямоугольных импульсов на элементах DD1.3, DD1.4. Когда на выходе генератора появляется лог. 0, транзистор VT3 закрывается, а на входах PE счетчиков DD2, DD3 действует лог. 0, разрешая счет импульсов с генератора на DD1.1, DD1.2. Конденсатор C1 заряжается от генератора тока на транзисторе VT2. Когда возрастающее напряжение на конденсаторе сравняется с входным, на выходе 9 компаратора DA1 появится высокий логический уровень. Транзистор VT1 инвертирует его, поэтому работа генератора на элементах DD1.1 и DD1.2 блокируется. Одновременно с этим на входах C DD4, DD5 действует лог. 1, разрешающая запись информации со счетчиков DD2, DD3. Зафиксированное число отображается на светодиодных индикаторах HG1, HG2.

Как только на выходе генератора на элементах DD1.3, DD1.4 появится лог. 1, открывается транзистор VT3 и конденсатор C1 разряжается. Компаратор DA1 изменяет свое состояние и блокирует запись в преобразователи кода DD4, DD5. Через небольшой промежуток времени, определяемый цепью R8C4, лог. 1 подается на входы PE счетчиков DD2, DD3, записывая в них лог. 0. После этого цикл измерения повторяется.

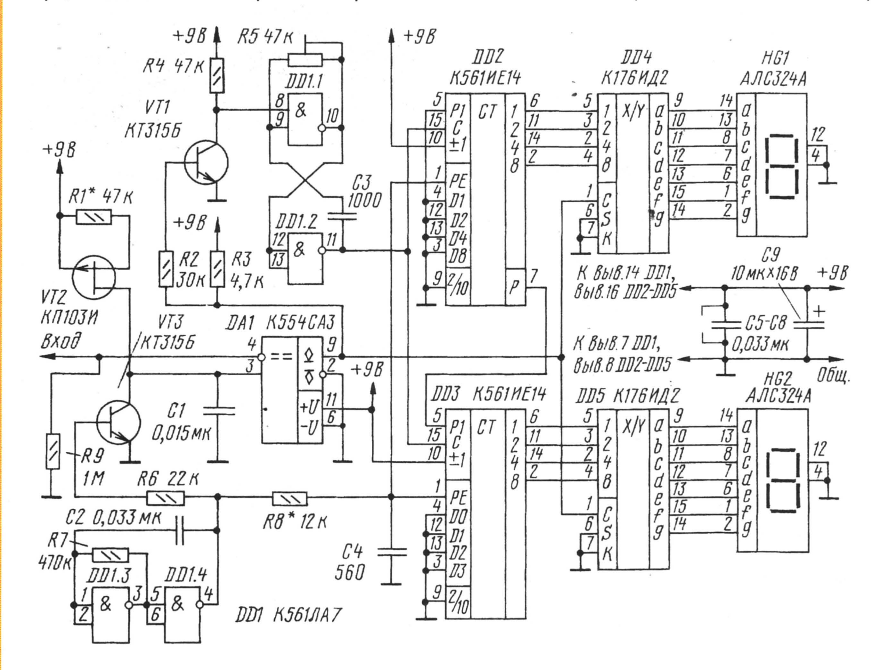
Если на входе устройства напряжение равно нулю, то на выходе компаратора DA1 присутствует высокий логический уровень, разрешающий запись в DD4, DD5 и блокирующий генератор на DD1.1, DD1.2. При этом в счетчики DD2, DD3 записываются нули, отображаемые индикаторами.

Конструктивно индикатор выполнен на двух платах: на одной — установлены светодиодные индикаторы HG1, HG2; на другой — все остальные элементы. Монтаж на платах можно выполнить печатным способом или тонким проводом в изоляции.

В устройстве использованы постоянные резисторы МЛТ-0,125, конденсаторы C2—C4 могут быть любые керамические. Подстроечный резистор R5 — СП5-2 или другой многооборотный; конденсаторы C1 и C3 — керамические с малым ТКЕ, в качестве C1 можно также установить К73-17. Светодиодные индикаторы HG1, HG2 можно заменить на АЛС324Б (с общим анодом), подключив входы S преобразователей кода и общие электроды индикаторов к общему проводу. Микросхемы DD4, DD5 можно заменить на К176ИД3. Транзисторы VT1, VT3 — любые из серии КТ315.

Налаживание собранного прибора начинают с установки тока зарядки конденсатора C1. Для этого включают микроамперметр в разрыв между стоком транзистора VT2 и точкой соединения конденсатора C1 с коллектором VT3 и подбором резистора R1 устанавливают ток около 20 мкА. После этого подают на вход устройства напряжение, соответствующее верхней границе диапазона измерений, и резистором R5 устанавливают на индикаторах соответствующее показание. Иногда, при нечетком обнулении счетчиков (когда на индикаторах чередуются нулевые и ненулевые показания), требуется подобрать резистор R8. После регулировки, изменяя напряжение на входе, проверяют работу устройства в целом.

В авторском варианте описанное устройство используется в качестве вольтметра лабораторного блока питания. ■





E-mail: radio@paguo.ru тел. 207-88-18

# НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

## ЖИЗДЮК Р. КОДОВЫЙ ЗАМОК. — РАДИО, 1999, № 6, с. 31.

**Печатная плата.**

Электронную часть устройства монтируют на плате, возможный вариант которой изображен на **рис. 1**. На ней размещают все детали, кроме трансформатора Т1 и предохранителя FU1. Плата рассчитана на установку резисторов С3-13, С3-14, КИМ (R1, R5—R8) и МЛТ (остальные), конденсаторов К50-35 (С2, С3) и К10-17 (остальные), реле РЭС6. Перемычку, соединяющую выводы анодов диодов VD6 и VD7, следует изготовить из монтажного провода в теплостойкой изоляции и впаять до установки на место микросхемы DD1.

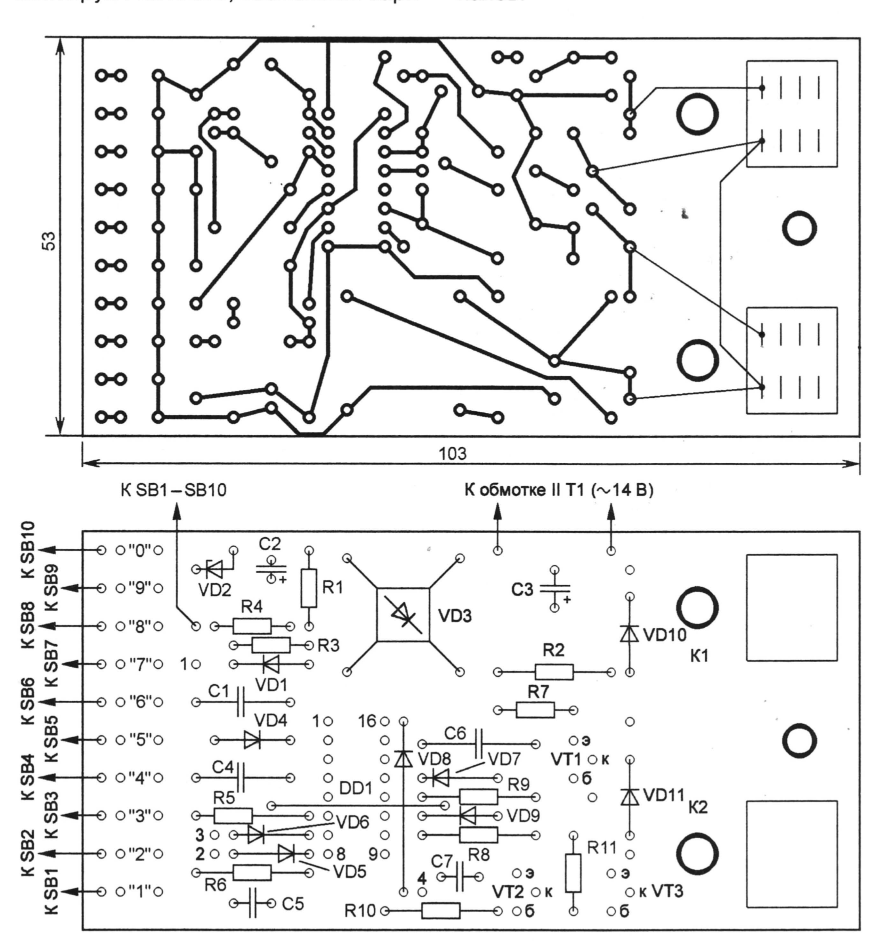



Рис. 1

**О деталях устройства.**

В устройстве применены реле РЭС6 с паспортом РФ0.452.103 (а не РФ0.452.104, как сказано в статье). Возможна их замена на реле РЭС9 (исполнений РС4.529.029-00, РС4.529.029-07), РЭС10 (РС4.529.031-03, РС4.529.031-06), РЭС22 (РФ4.523.023-07, РФ4.523.023-08). Если сигнализация не нужна, наряду с другими указанными в статье элементами исключают реле К2 и резистор R11 (а не R2).

Резисторы R1, R5—R8 можно составить из двух-трех резисторов МЛТ-0,125, МЛТ-0,25 меньших номиналов.

## ШАТАЛОВ Н. СТАБИЛИЗИРОВАННЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ ДЛЯ НАСТРОЙКИ МОДУЛЕЙ МАЛОЙ МОЩНОСТИ. — РАДИО, 1999, № 7, с. 35.

**Печатная плата.**

Чертеж возможного варианта печатной платы устройства показан на **рис. 2**. На ней размещены все детали, кроме трансформатора Т1 и переменного резистора R3. Плата рассчитана на использование резисторов МЛТ и конденсаторов К50-35. Стабилитроны VD3—VD9 и резисторы R1, R2 при монтаже устанавливают перпендикулярно плате. Буквами А и Б обозначены проволочные перемычки, вместо которых при налаживании включают миллиамперметр для подбора тока через стабилитроны.

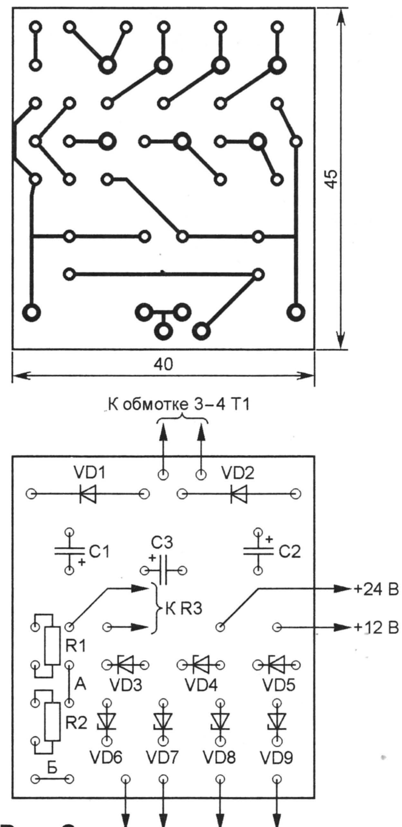



Рис. 2

## КОТЛЯРОВ В. ПРИБОР ДЛЯ ПРОВЕРКИ КОНДЕНСАТОРОВ. — РАДИО, 1998, № 2, с. 41.

**Печатная плата.**

Прибор собирают на плате, изготовленной по чертежу на **рис. 3.** Она рассчитана на применение резисторов МЛТ, конденсаторов КМ (С1) и К52-10 (С2). Штриховой линией изображена проволочная перемычка, впаиваемая до установки на место микросхемы DD2.

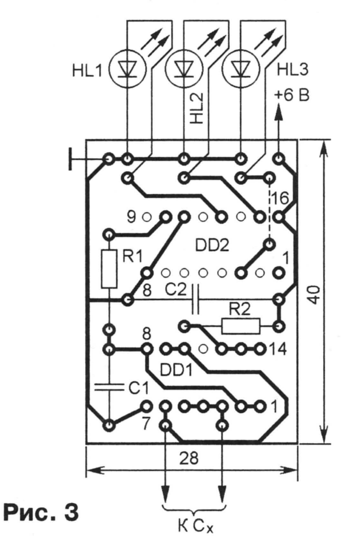



Рис. 3

E-mail: consult@paguo.ru
тел. 207-89-00

## СЕРЕБРОВ Н. ОММЕТР С ЛИНЕЙНОЙ ШКАЛОЙ. — РАДИО, 1999, № 5, с. 52.

**Печатная плата.**

Чертеж возможного варианта печатной платы прибора изображен на **рис. 4.** На ней размещены все детали, кроме гнезд X1, X2, переключателей SA1, SA2, микроамперметра PA1 и трансформатора питания T1. Плата рассчитана на применение постоянных резисторов МЛТ, подстроечных СП4-1в, конденсаторов К50-35 (C1, C2) и К50-29 (C3). Стабилитрон VD1, диоды VD2—VD5 и резистор R10 при монтаже устанавливают вертикально (перпендикулярно плате).

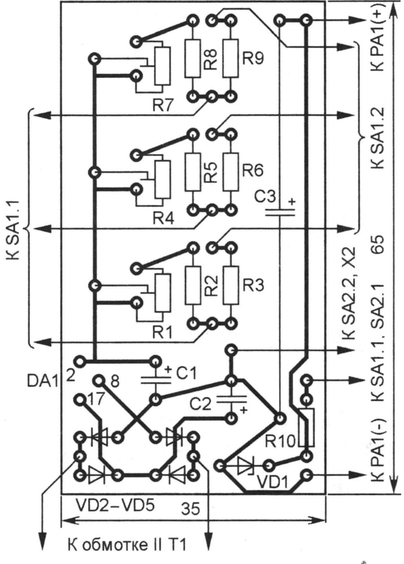



Рис. 4

## УЛЬТРАЗВУКОВАЯ "КОШКА". — РАДИО, 1998, № 2, с. 63 (За рубежом).

**Печатная плата.**

Для сборки устройства можно использовать печатную плату, изготовленную в соответствии с **рис. 5.** На ней размещают все детали, кроме выключателя SF1 и динамической головки громкоговорителя BA1. Плата рассчитана на установку постоянных резисторов МЛТ, подстроечных СП3-38б, конденсаторов К10-17 (C1, C3) и КМ (C2, C4).

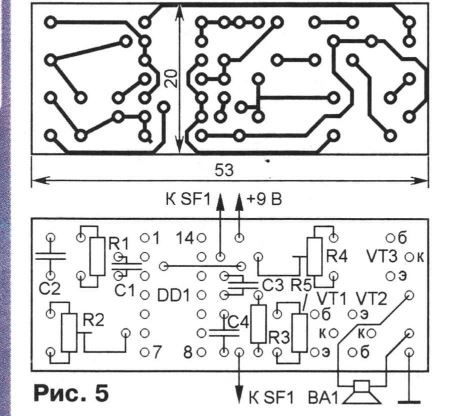



Рис. 5

## БЕРДИЧЕВСКИЙ В. ДОРАБОТКА ИМПОРТНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ЧАСОВ. — РАДИО, 1999, № 7, с. 34.

**Печатная плата.**

Печатная плата, чертеж которой изображен на **рис. 6,** рассчитана на установку резисторов МЛТ, конденсаторов КТ4-21 (C1), КМ (C2) и пьезокерамического резонатора в миниатюрном цилиндрическом корпусе.

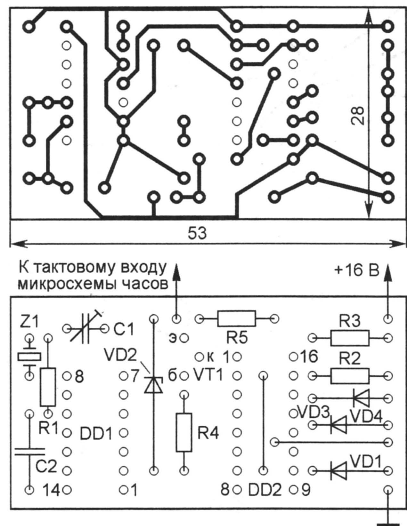



Рис. 6

## ИВАНОВ П. ЭЛЕКТРОННЫЙ "СТОРОЖ". — РАДИО, 1999, № 5, с. 53.

**Замена реле.**

Кроме указанного в статье, в устройстве допустимо использование реле РЭС10 исполнений РС4.529.031-04 (прежнее обозначение — РС4.524.303; сопротивление обмотки — 108...132 Ом, ток срабатывания — 50 мА), РС4.529.031-07 (108...132 Ом и 35 мА); РЭС49 исполнения РС4.569.421-03 (55...72 Ом и 50 мА). Во избежание перегрева обмотки реле последовательно с ней необходимо включить резистор сопротивлением $R = 8000/I_{ср} - R_{К1макс}$, где $I_{ср}$ — ток срабатывания реле (мА), а $R_{К1\ макс}$ — максимальное сопротивление его обмотки (Ом). Например, при использовании реле РЭС49 исполнения РФ4.569. 421-03 сопротивление резистора должно быть равно 88 Ом (устанавливают резистор ближайшего номинала — 82 или 91 Ом).

## ПЕТРОСЯН Е. ПЛЕЙЕР — НА ДВОИХ. — РАДИО, 1999, № 10, с. 51.

**Печатная плата.**

Чертеж возможного варианта печатной платы устройства приведен на **рис. 7.** Кроме деталей собственно передатчика, на ней предусмотрено место для RC-фильтра, необходимого при питании от батареи плейера. Плата рассчитана на установку постоянных резисторов МЛТ, переменного резистора СП4-1, конденсаторов КМ (C1—C3), КД-1 (C4, C5) и К50-35 (C6). Каркас, на котором намотаны катушки L1, L2, закрепляют на плате клеем "Момент".

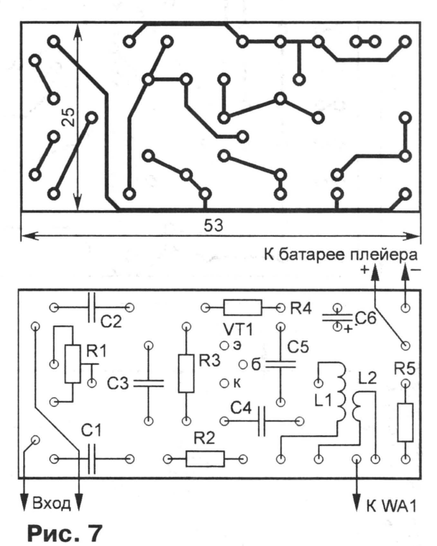



Рис. 7

## УСТРОЙСТВО СИГНАЛИЗАЦИИ ПРИ ПРИБЛИЖЕНИИ К ОБЪЕКТУ. — РАДИО, 1999, № 5, с. 40 (За рубежом).

**О деталях устройства.**

Для получения указанной в примечании редакции индуктивности (1 мГн) катушка L1, помещенная в броневой магнитопровод СБ-23-17а, должна содержать 140 витков провода марки ПЭВ-2 диаметром 0,2...0,25.

В качестве К1 можно применить реле РЭС22 исполнения РФ4.523.023-01 (сопротивление обмотки — 158...201 Ом, ток срабатывания — 36 мА), РЭС32 исполнения РФ4.500.335-01 (соответственно 158...210 Ом и 36 мА), РЭС47 исполнений РФ4.500.407-01 и РФ4.500.407-03 (157...183 Ом и 42 мА), РЭН18 исполнения РХ4.569.702 (81...99 Ом и 80 мА).

### ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ

*Адресов авторов без их согласия редакция не сообщает. Если возникли вопросы, на которые, по вашему мнению, может ответить только автор статьи, пришлите письмо нам, а мы перешлем его автору. Не забудьте в этом случае вложить два маркированных конверта: один — чистый, другой — с надписанным вашим адресом.*

# МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ ПОПУЛЯРНЫХ СЕМЕЙСТВ

Сегодня в мире выпускаются тысячи типов микроконтроллеров (МК). В группе лидеров такие компании, как Atmel, Dallas Semiconductor, Intel, Infineon Technologies (бывшая Siemens Semiconductor Group), Microchip Technology Inc., Philips Semiconductors, Zilog и др. Основной классификационный признак МК – разрядность данных, обрабатываемых арифметико-логическим устройством (АЛУ). По этому признаку они делятся на 4-, 8-, 16-, 32- и 64-разрядные.

Наибольшая доля мирового рынка МК принадлежит восьмиразрядным устройствам (около 50 % в стоимостном выражении). За ними следуют 16-разрядные и DSP-МК (DSP – Digital Signal Processor – цифровой сигнальный процессор). Внутри каждой группы МК делятся на CISC- и RISC-устройства (см. статью "Микроконтроллеры для начинающих. И не только..." в "Радио", 1999, № 2, с. 21–23). Самую многочисленную группу образуют CISC-МК, но в последние годы наметилась явная тенденция роста доли RISC-устройств.

В таблицах приведены основные технические характеристики 8- и 16-разрядных МК наиболее популярных в России семейств. Их производители имеют в нашей стране своих официальных дистрибьюторов, поэтому МК этих фирм являются реальными кандидатами на применение в российских разработках. Надеемся, что публикуемые материалы облегчат разработчикам процесс выбора подходящего МК на самой ранней стадии проекта.

В таблицах приняты следующие сокращения: CAN – межконтроллерный сетевой интерфейс; CO – выход тактового сигнала; DMA – прямой доступ к памяти; DPTR – регистр указателя адреса данных; GSC – глобальный последовательный канал; ISP –

**Восьмиразрядные CISC-МК семейства MCS-51 фирмы Intel**

| МК | Максимальная тактовая частота, МГц | ПЗУ/ППЗУ, Кбайт | ОЗУ, байт | Таймеры/счетчики | Число линий ввода/вывода | Другая периферия, особенности | Рабочий интервал температур, °С | Корпус (тип, число выводов) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **8xC51BH, 80C31BH** | 24 | 4 | 128 | 2 | 32 | – | –40...+85 | D40, L44, Q44 |
| **8xC52, 80xC32** | 24 | 8 | 256 | 3 | 32 | – | –40...+85 | D40, L44, Q44 |
| **8xC54** | 33 | 16 | 256 | 3 | 32 | – | –40...+85 | D40, L44, Q44 |
| **8xC58** | 33 | 32 | 256 | 3 | 32 | – | –40...+85 | D40, L44, Q44 |
| **8xC5xL** | 24 | 8...32 | 256 | 3 | 32 | Низковольтные варианты 8xC52/54/58 | –40...+85 | D40, L44, Q44 |
| **8xC51FA** | 24 | 8 | 256 | 3+PCA | 32 | – | –40...+85 | D40, L44, Q44 |
| **8xC51FB** | 24 | 16 | 256 | 3+PCA | 32 | Четыре уровня прерываний, CO | –40...+85 | D40, L44, Q44 |
| **8xC51FC** | 24 | 32 | 256 | 3+PCA | 32 | Четыре уровня прерываний, CO | –40...+85 | D40, L44, Q44 |
| **8xL51Fx** | 16 | 8...32 | 256 | 3+PCA | 32 | Низковольтный вариант 8xC51Fx | –40...+85 | D40, L44, Q44 |
| **8xC51RA** | 24 | 8 | 512 | 3+PCA+WDT | 32 | Четыре уровня прерываний, CO | –40...+85 | D40, L44, Q44 |
| **8xC51RB** | 24 | 16 | 512 | 3+PCA+WDT | 32 | Четыре уровня прерываний, CO | –40...+85 | D40, L44, Q44 |
| **8xC51RC** | 24 | 32 | 512 | 3+PCA+WDT | 32 | Четыре уровня прерываний, CO | –40...+85 | D40, L44, Q44 |
| **8xC51GB** | 16 | 8 | 256 | 3+2 PCA+WDT | 48 | OFD, CO | –40...+125 | L68 |
| **8xC152JA, 8xC152JC** | 16,5 | 8 | 256 | 2 | 40 | 2 DMA, MPSC | 0...+70 | D48, L68 |
| **80C152JB, 80C152JD** | 16,5 | – | 256 | 2 | 56 | 2 DMA, MPSC | 0...+70 | L68 |

**Примечание.** Все МК оснащены приемопередатчиком UART, а 8xC152JA–80C152JD – еще и каналом GSC; МК 8xC51GB имеет встроенный восьмиканальный восьмиразрядный АЦП. Напряжение питания МК 8xC5xL, 8xL51Fx – 2,7...3,6, всех остальных модификаций – 4...6 В.

**Восьмиразрядные CISC-МК с FLASH-памятью фирмы Philips**

| МК | Макс. тактовая частота, МГц | FLASH-память, Кбайт | ОЗУ, байт | Таймеры/счетчики | Число линий ввода/вывода | Другая периферия, особенности | Рабочий интервал температур, °С | Корпус (тип, число выводов) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **89C51** | 33 | 4 | 128 | 2 | 32 | 2 DPTR, 4 уровня прерываний, CO | –40...+85 | D40, L44, Q44 |
| **89C52** | 33 | 8 | 256 | 3 | 32 | 2 DPTR, 4 уровня прерываний, CO | –40...+85 | D40, L44, Q44 |
| **89C54** | 33 | 16 | 256 | 3 | 32 | 2 DPTR, 4 уровня прерываний, CO | –40...+85 | D40, L44, Q44 |
| **89C51RA+** | 33 | 8 | 512 | 3+PCA+WDT | 32 | Н3, ISP, 2 DPTR, 4 уровня прерываний, CO | –40...+85 | D40, L44, Q44 |
| **89C51RB+** | 33 | 16 | 512 | 3+PCA+WDT | 32 | Н3, ISP, 2 DPTR, 4 уровня прерываний, CO | –40...+85 | D40, L44, Q44 |
| **89C51RC+** | 33 | 32 | 512 | 3+PCA+WDT | 32 | Н3, ISP, 2 DPTR, 4 уровня прерываний, CO | –40...+85 | D40, L44, Q44 |
| **89C51RD+** | 33 | 64 | 1024 | 3+PCA+WDT | 32 | Н3, ISP, 2 DPTR, 4 уровня прерываний, CO | –40...+85 | D40, L44, Q44 |
| **89C51RB2** | 33 | 16 | 512 | 3+PCA+WDT | 32 | Н3, ISP, 2 DPTR, 4 уровня прерываний, CO | –40...+85 | D40, L44, Q44 |
| **89C51RC2** | 33 | 32 | 512 | 3+PCA+WDT | 32 | Н3, ISP, 2 DPTR, 4 уровня прерываний, CO | –40...+85 | D40, L44, Q44 |
| **89C51RD2** | 33 | 64 | 1024 | 3+PCA+WDT | 32 | Н3, ISP, 2 DPTR, 4 уровня прерываний, CO | –40...+85 | D40, L44, Q44 |
| **89C138** | 40 | 16 | 256 | 2 | 32 | – | 0...+70 | D40, L44, Q44 |
| **89C238** | 40 | 32 | 256 | 2 | 32 | – | 0...+70 | D40, L44, Q44 |
| **89C535** | 33 | 8 | 512 | 2 | 32 | – | 0...+70 | L44, Q44 |
| **89C536** | 33 | 16 | 512 | 2 | 32 | – | 0...+70 | L44, Q44 |
| **89C538** | 33 | 64 | 512 | 2 | 32 | – | 0...+70 | L44, Q44 |
| **89C738** | 40 | 64 | 512 | 3 | 32 | – | 0...+70 | D40, L44, Q44 |
| **89C739** | 40 | 64 | 512 | 3 | 48 | – | 0...+70 | L68, Q64 |
| **89C838** | 40 | 8 | 256 | 2 | 32 | – | 0...+70 | D40, L44, Q44 |
| **89CE558** | 16 | 32 | 1024 | 3+WDT | 48 | ШИМ 2×8 | –40...+125 | Q80 |

**Примечание.** Все модификации имеют приемопередатчик UART, а 89CE558 – еще и интерфейс CAN, а также восьмиканальный десятиразрядный АЦП. Особенность МК 89C51RB2–89C51RD2 – удвоенная скорость выполнения инструкций. Напряжение питания всех МК – 4,5...5,5 В.

E-mail: inform@paguo.ru
тел. 207-88-18

**Восьмиразрядные CISC-МК с ПЗУ и ППЗУ фирмы Philips**

| МК | Макс. тактовая частота, МГц | ПЗУ/ ППЗУ, Кбайт | ОЗУ, байт | Таймеры/ счетчики | Число линий ввода/вывода | Последова-тельные каналы | АЦП | Другая периферия, особенности | Напряжение питания, В | Рабочий интервал температур, °C | Корпус (тип, число выводов) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8xC51, 80C31 | 33 | 4 | 128 | 2 | 32 | UART | – | 2 DPTR, 4 уровня прерываний, CO | 2,7...5,5 | –55...+125 | D40, L44, Q44 |
| 8xCL51, 80CL31 | 16 | 4 | 128 | 2 | 32 | UART | – | 10 внешних прерываний | 1,8...6,0 | –40...+85 | D40, L44, Q44 |
| 8xCL410 | 12 | 4 | 128 | 2 | 32 | $I^2C$ | – | 10 внешних прерываний | 1,8...6,0 | –40...+85 | D40, L44, Q44 |
| 8xC52, 80C32 | 33 | 8 | 256 | 3 | 32 | UART | – | 2 DPTR, 4 уровня прерываний, CO | 2,7...5,5 | –40...+85 | D40, L44, Q44 |
| 8xC54 | 33 | 16 | 256 | 3 | 32 | UART | – | 2 DPTR, 4 ур. прерыв., CO | 2,7...5,5 | –40...+85 | D40, L44, Q44 |
| 8xC58 | 33 | 32 | 256 | 3 | 32 | UART | – | 2 DPTR, 4 ур. прерыв., CO | 2,7...5,5 | –40...+85 | D40, L44, Q44 |
| 8xC51FA | 33 | 8 | 256 | 3+PCA | 32 | UART | – | 2 DPTR, 4 ур. прерыв., CO | 2,7...5,5 | –40...+85 | D40, L44, Q44 |
| 8xC51FB | 33 | 16 | 256 | 3+PCA | 32 | UART | – | 2 DPTR, 4 ур. прерыв., CO | 2,7...5,5 | –40....+85 | D40, L44, Q44 |
| 8xC51FC | 33 | 32 | 256 | 3+PCA | 32 | UART | – | 2 DPTR, 4 ур. прерыв., CO | 2,7...5,5 | –40...+85 | D40, L44, Q44 |
| 8xC51RA+ | 33 | 8 | 512 | 3+PCA+ WDT | 32 | UART | – | 2 DPTR, 4 уровня прерываний, CO | 2,7...5,5 | –40...+85 | D40, L44, Q44 |
| 8xC51RB+ | 33 | 16 | 512 | 3+PCA+ WDT | 32 | UART | – | 2 DPTR, 4 уровня прерываний, CO | 2,7...5,5 | –40...+85 | D40, L44, Q44 |
| 8xC51RC+ | 33 | 32 | 512 | 3+PCA+ WDT | 32 | UART | – | 2 DPTR, 4 уровня прерываний, CO | 2,7...5,5 | –40...+85 | D40, L44, Q44 |
| 8xC51RD+ | 33 | 64 | 1024 | 3+PCA+ WDT | 32 | UART | – | 2 DPTR, 4 уровня прерываний, CO | 2,7...5,5 | –40...+85 | D40, L44, Q44 |
| 8xC055, 8xC145, 8xC875 | 20 | 16 12 8 | 256 | 2 | 28 | – | 3×8 | ШИМ 8×6, ШИМ 1×14, OSD-контроллер, буферное ОЗУ дисплея 128×10 бит | 4,5...5,5 | 0...+70 | D42 |
| 8xC451 | 16 | 4 | 128 | 2 | 56 | UART | – | PBI | 4,5...5,5 | –55...+125 | L68 |
| 8xC453 | 16 | 8 | 256 | 2 | 56 | UART | – | PBI | 4,5...5,5 | –40...+85 | L68 |
| 8xC524 | 20 | 16 | 512 | 3+WDT | 32 | UART, $I^2C$ | – | Пониженный уровень ЭМП | 4,5...5,5 | –40...+85 | D40, L44, Q44 |
| 8xC528 | 20 | 32 | 512 | 3+WDT | 32 | UART, $I^2C$ | – | Пониженный уровень ЭМП | 4,5...5,5 | –40...+125 | D40, L44, Q44 |
| 8xC550 | 16 | 4 | 128 | 2+WDT | 32 | UART | 8×8 | – | 4,5...5,5 | –40...+125 | D40, L44, Q44 |
| 8xC552 | 30 | 8 | 256 | 3+WDT | 48 | UART, $I^2C$ | 8×10 | ШИМ 2×8 | 4,5...5,5 | –40...+125 | L68, Q80 |
| 8xC562 | 16 | 8 | 256 | 3+WDT | 48 | UART | 8×8 | ШИМ 2×8, только ПЗУ-версия | 4,5...5,5 | –40...+125 | L68, Q80 |
| 8xC575 | 16 | 8 | 256 | 3+PCA+ WDT | 32 | UART | – | 4 аналоговых компаратора, OFD | 4,5...5,5 | –40...+125 | D40, L44, Q44 |
| 8xC576 | 16 | 8 | 256 | 3+PCA+ WDT | 32 | UART | 6×10 | ШИМ 2×8, UPI, 4 аналоговых компаратора, OFD | 4,5...5,5 | –40...+125 | D40, L44, Q44 |
| 8xCL580 | 12 | 6 | 256 | 3+WDT | 40 | UART, $I^2C$ | 4×8 | ШИМ 1×8 | 2,5...6 | –40...+85 | Q64 |
| 8xC652 | 24 | 8 | 256 | 2 | 32 | UART, $I^2C$ | – | – | 4,5...5,5 | –40...+85 | D40, L44, Q44 |
| 8xC654 | 24 | 8 | 256 | 2 | 32 | UART, $I^2C$ | – | Пониженный уровень ЭМП | 4,5...5,5 | –55...+125 | D40, L44, Q44 |
| 8xC748 | 16 | 2 | 64 | 1 (16 бит) | 19 | – | – | Нагрузочная способность выводов – 10 мА | 4,5...5,5 | –40...+85 | D24, L28, S24 |
| 8xC749 | 16 | 2 | 64 | 1 (16 бит) | 21 | $I^2C$ | 5×8 | ШИМ 1×8 | 4,5...5,5 | –40...+85 | D28, L28, S28 |
| 8xC750 | 40 | 1 | 64 | 1 (16 бит) | 19 | – | – | Нагрузочная способность выводов – 10 мА | 4,5...5,5 | –40...+85 | D24, L28, S24 |
| 8xC751 | 16 | 2 | 64 | 1 (16 бит) | 19 | $I^2C$ | – | Нагрузочная способность выводов – 10 мА | 4,5...5,5 | –40...+85 | D24, L28, S24 |
| 8xC752 | 16 | 2 | 64 | 1 (16 бит) | 21 | $I^2C$ | 5×8 | ШИМ 1×8 | 4,5...5,5 | –40...+85 | D24, L28, S24 |
| 8xC754 | 16 | 4 | 256 | 1 (16 бит) + PCA | 11 | UART | – | ЦАП 1×8 | 4,5...5,5 | –40...+85 | D24, L28, S24 |
| 8xC781, 8xC782 | 12 | 16 | 256 | 3 | 32 | UART, $I^2C$ | – | 10 внешних прерываний | 1,8... 6 | –25...+55 | D40, Q44 |
| 8xC851 | 16 | 4 | 128 | 2 | 32 | UART | – | Электрически стираемое ППЗУ (256 байт), нет OTP (только масочное ПЗУ) | 4,5...5,5 | –40...+85 | D40, L44, Q44 |
| 8xC852 | 12 | 6 | 256 | 2 | 16 | – | – | Электрически стираемое ППЗУ (2 Кбайт), SCC | 4,5...5,5 | 0...+70 | S28 |
| 8xC592 | 16 | 16 | 512 | 3+WDT | 48 | UART, CAN | 8×10 | ШИМ 2×8 | 4,5...5,5 | –40...+125 | L68 |
| 8xC598 | 16 | 32 | 512 | 3+WDT | 48 | UART, CAN | 8×10 | ШИМ 2×8 | 4,5...5,5 | –40...+125 | Q80 |
| 8xC558 | 16 | 32 | 1024 | 3+WDT | 48 | UART, CAN | 8×10 | ШИМ 2×8 | 4,5...5,5 | –40...+125 | Q80 |

**Примечание.** Таймеры/счетчики без указания разрядности – восьмибитные.

внутрисхемное программирование; $I^2C$ – двухпроводная двунаправленная шина; MPSC – мультипротокольный последовательный интерфейс; OFD – система обнаружения пропадания тактового сигнала; OSD-контроллер – контроллер вывода информации на экран; PBI – шина межпроцессорного интерфейса; PCA – массив программируемых счетчиков; SCC – контроллер интеллектуальных карт; UART – универсальный асинхронный последовательный приемопередатчик; UPI – универсальный периферийный интерфейс; WDT – сторожевой таймер; АЦП – аналого-цифровой преобразователь (число входов×число разрядов, бит); ШИМ – широтно-импульсный модулятор (число выходов×число разрядов); ЭМП – электромагнитные помехи. Корпус: D – DIP, L – LCC, Q – QFP, S — SSOP, SOIC.

**Материал подготовил Ю. ЗОБНИН**
***г. Москва***

***(Продолжение следует)***

# МАГНИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И МАГНИТОПРОВОДЫ ДЛЯ ИМПУЛЬСНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

Наиболее часто в дросселях и трансформаторах радиолюбительских и промышленных высокочастотных импульсных источников питания применяют магнитопроводы из феррита 1000НМ—2000НМ. Однако, строго говоря, их использование в блоках питания не всегда корректно, так как эти ферриты разработаны для работы в слабых магнитных полях (в контурных катушках, согласующих трансформаторах и т. д.).

Существенно улучшить энергетические характеристики сетевых трансформаторов и дросселей можно, если применять магнитопроводы из феррита таких марок, как 2500НМС1, 2500НМС2, 3000НМС, 3000НМС1. Эти низкочастотные (Н) марганец-цинковые (М) ферриты с относительной магнитной проницаемостью соответственно 2500 и 3000 предназначены для работы в сильных полях (С). Ферриты этой группы разработаны специально для мощных электронных устройств и способны нормально работать при температуре до 125...150°С. Ниже представлены основные сравнительные характеристики некоторых распространенных ферритов, предназначенных для работы в сильных магнитных полях.

Удельные объемные магнитные потери, кВт/м³, не более, при индукции 0,2 Тл, частоте 16 кГц и температуре 25°С для
- 2500НМС1 . . . . . . . . . . . . . . .170
- 2500НМС2 . . . . . . . . . . . . . . .150
- 3000НМС . . . . . . . . . . . . . . .160

Удельные объемные магнитные потери, кВт/м³, не более, при индукции 0,2 Тл, частоте 16 кГц и температуре 100°С для
- 2500НМС1 . . . . . . . . . . . . . . .140
- 2500НМС2 . . . . . . . . . . . . . . .110
- 3000НМС . . . . . . . . . . . . . . .160

Индукция, Тл, не менее, при напряженности поля 240 А/м и температуре 100°С для
- 2500НМС1 . . . . . . . . . . . . . . .0,29
- 2500НМС2 . . . . . . . . . . . . . . .0,33
- 3000НМС . . . . . . . . . . . . . . .0,27

Температура или точка Кюри*, °С . . . . . . . . . . . . . . . . . . .200

Плотность, г/см³ . . . . . . . . . . .4,7...4,9

Электрическое сопротивление, Ом•м . . . . . . . . . . . . . . . . . . .1

Эти ферриты имеют довольно близкие характеристики, а удельные объемные потери не только не увеличиваются с повышением температуры, как у многих других подобных материалов, но даже уменьшаются. Указанное обстоятельство, и то, что точка Кюри ферритов рассматриваемого класса весьма высока, позволяют отнести их к классу термостабильных.

**Рис. 1** иллюстрирует температурную зависимость удельных объемных магнитных потерь двух ферритов — 2500НМС2 и 2000НМ1. Видно, что при нормальной температуре материалы практически не уступают один другому, а уже при 100°С, что для трансформатора или дросселя, работающего в источнике питания, вполне реально, потери в феррите 2000НМ1 почти в 2,5 раза больше, чем в 2500НМС2.

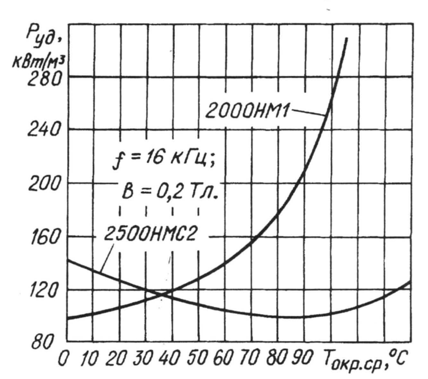



**Рис. 1**

На **рис. 2** показаны типовые зависимости удельных магнитных потерь как функции амплитуды индукции магнитного поля при двух значениях температуры. Известно, что потери в магнитопроводе пропорциональны квадрату амплитуды индукции. Ферриты рассматриваемой группы, как показывают графики, значительно превосходят традиционные, подобные 2000НМ1, и по максимально допустимой индукции, особенно при повышенной температуре.

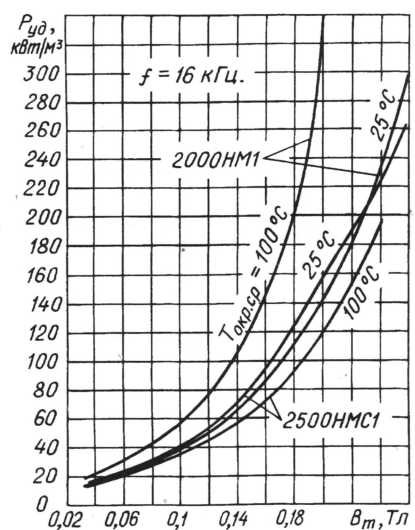



**Рис. 2**

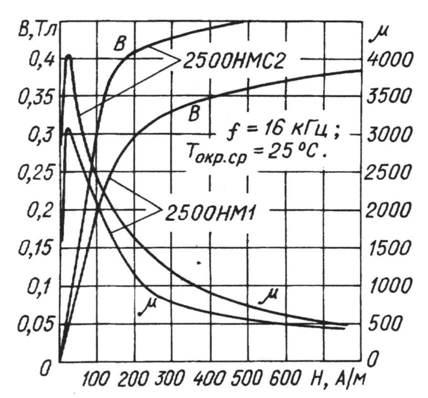



**Рис. 3**

Типовые зависимости магнитной индукции B и относительной магнитной проницаемости μ от напряженности H приложенного внешнего поля при нормальной температуре для тех же двух материалов представлены на **рис. 3.** Совместный анализ этого и предыдущего рисунков позволяет сделать вывод о том, что "сильнополевые" ферриты допускают нормальную работу магнитопровода с амплитудой индукции, большей на 30 % по сравнению с обычными ферритами во всем рабочем температурном интервале.

С повышением температуры магнитопровода допустимая амплитуда индукции уменьшается, оставаясь тем не менее существенно больше, чем у ферритов, подобных 2000НМ1. Это подтверждают графики на **рис. 4,** снятые для феррита 2500НМС1 на двух температурных режимах.

Ассортимент типов магнитопроводов, изготовляемых из ферритов для сильных полей, довольно широк (**табл. 1**). Большинство типоразмеров

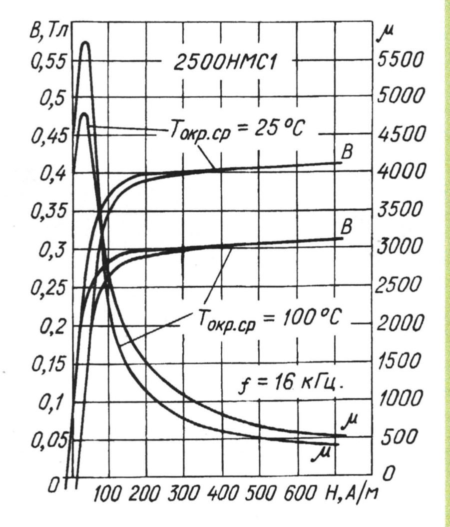



**Рис. 4**



* *Точкой Кюри называют ту температуру, при которой нагреваемое изделие из ферромагнитного материала теряет ферромагнитные свойства.*

E-mail: inform@paguo.ru
тел. 207-88-18

**Таблица 1**

| Феррит | Магнитопроводы (серии) |
|---|---|
| 3000НМС | Ш; ПК; ПП; К; ШК; пластины |
| 2500НМС1 | КВ; Ш; ШК; ПК; ППК; ПП; К; Х; пластины |
| 2500НМС2 | КВ; Ш; ШК; ПК; ПКК; ППК; ПП; К; пластины |

промышленность выпускает в течение уже длительного времени, они перечислены и подробно описаны в справочнике Сидорова И. Н., Христинина А. А., Скорнякова С. В. "Малогабаритные магнитопроводы и сердечники." — М.: Радио и связь, 1989.

Исключением являются относительно новые магнитопроводы КВ, удобные для применения в импульсных источниках питания. Магнитопровод КВ состоит из двух одинаковых частей (**рис. 5**; показана одна часть), скрепляемых в единое целое специальными пружинящими стяжками. После сборки внутри магнитопровода образуется кольцеобразное пространство для размещения катушки.

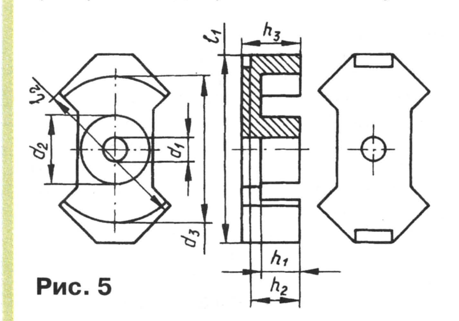



**Рис. 5**

Основные размеры магнитопроводов всего выпускаемого ряда, изготовленных из рассматриваемых ферритов, сведены в **табл. 2.** Магнитопровод КВ14×5 в отличие от остальных имеет центральное сквозное отверстие диаметром 5 мм (d1).

Полное обозначение ферритового магнитопровода всегда начинается с буквы М. Далее следуют марка феррита и через дефисы — номер исполнения, коэффициент индуктивности, тип магнитопровода. Пример: М2500НМС1-15-250-КВ8.

Коэффициентом индуктивности называют индуктивность в наногенри одного витка, уложенного в этот магнитопровод. Зная этот параметр, легко вычислить индуктивность будущей катушки, если известно число ее витков.

У магнитопроводов без немагнитного зазора коэффициент индуктивности более 1000, однако из-за того, что разброс этого параметра очень велик, нередко его не указывают. Введение зазора резко уменьшает коэффициент индуктивности, зато снижается и допуск на значение этого параметра (см. **табл. 3;** б/з — магнитопровод без зазора).

Обычно зазор той или иной величины формируют на заводе—изготовителе магнитопроводов на специальном станочном оборудовании. Зазор получают стачиванием центрального выступа на одной или обеих частях магнитопровода. В любительских условиях зазор у беззазорного магнитопровода можно сформировать только установкой кольцевой прокладки из твердого немагнитного материала (гетинакса, текстолита, стеклотекстолита и др.). При определении толщины прокладки исходят из правила: половина ее толщины равна заданному или расчетному зазору минус заводской зазор (если он есть) имеющегося магнитопровода.

Характеристики магнитопроводов серии КВ, изготовленных из феррита 2500НМС1, необходимые для расчета намоточных узлов импульсных блоков питания, сведены в табл. 3.

В заключение следует сказать, что работа по совершенствованию магнитопроводов и созданию новых типов изделий продолжается. Так, по требованию заказчика выпускают магнитопроводы уменьшенной высоты, разработаны каркасы катушек и налажен их серийный выпуск.

**Таблица 2**

| Магнитопровод | Основные размеры магнитопровода, мм (max/min) | | | | | | | | Масса, г |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $d_1$ | $d_2$ | $d_3$ | $\ell_1$ | $\ell_2$ | $h_1$ | $h_2$ | $h_3$ | |
| КВ6 | — | 6,4/5,9 | 13,4/12,4 | 18,2/17 | 14,9/13,9 | 4,5/4 | 5,2/4,7 | 6,6/6,2 | 3 |
| КВ8 | — | 8,6/8,2 | 17,7/17 | 23,2/22,3 | 19,7/19 | 5,9/5,4 | 7,3/7 | 8,8/8,4 | 7,5 |
| КВ10 | — | 10,9/10,2 | 22,1/21,2 | 28,5/27,4 | 24,7/23,6 | 6,5/6 | 8,3/8 | 9,8/9,4 | 14 |
| КВ14×5 | 5 | 15/14,3 | 30,1/29 | 42,2/40,6 | 34,7/33,6 | 10,7/10,1 | 13,1/11,9 | 15,1/14,4 | 35 |

**Таблица 3**

| Магнитопровод | Коэффициент индуктивности, нГн | Допуск на коэфф. индуктивности, % | Средняя длина магнитной линии, см | Действующий объем магнитопровода, $см^3$ | Эффективная площадь сечения, $см^2$ |
|---|---|---|---|---|---|
| КВ6 | 2800 (б/з) | ±25 | 2,69 | 0,842 | 0,313 |
| КВ8 | 1480 (б/з) | ±25 | 3,51 | 2,222 | 0,633 |
| | 160 | ±3 | | | |
| | 250 | | | | |
| | 630 | | | | |
| КВ10 | 2010 (б/з) | ±25 | 4,6 | 4,37 | 0,951 |
| | 250 | ±5 | | | |
| | 400 | | | | |
| КВ14×5 | 2750 (б/з) | ±25 | 6,78 | 11,6 | 1,72 |

**Материал подготовил А. МИРОНОВ**
***г. Люберцы Московской обл.***

# ТЕОРИЯ: ПОНЕМНОГУ — ОБО ВСЕМ

*В. ПОЛЯКОВ, г. Москва*

**7.3. Генераторы синусоидальных колебаний.**

Один из видов генераторов синусоидальных колебаний используют для задания частоты RC-элементы. Такие генераторы достаточно сложны, требуют специальных мер по стабилизации амплитуды колебаний и не отличаются высокой стабильностью частоты.

Надежнее и лучше работают генераторы с параллельным колебательным контуром в качестве частотозадающего элемента — их часто называют LC-генераторами. Напомним, что параллельный колебательный контур содержит конденсатор и катушку индуктивности. Если заряженный конденсатор подключить к катушке, то в образовавшемся контуре (**рис. 47**) возникнут затухающие колебания. Их частота определяется формулой Томсона: $f_o = 1/2\pi(LC)^{1/2}$.

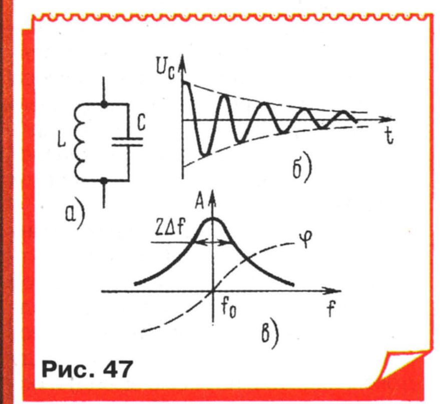


**Рис. 47**

Колебания продолжались бы бесконечно, если бы в контуре не было потерь энергии, например, на активном сопротивлении провода катушки. Кроме того, какую-то, пусть и небольшую часть энергии надо отдавать в нагрузку генератора!

Чем меньше потери энергии, тем выше добротность контура, которая равна числу колебаний до момента уменьшения их амплитуды примерно в 10 раз. Этот факт мало кому известен. Потери в контурном конденсаторе обычно малы по сравнению с потерями в катушке, поэтому добротность контура практически равна добротности катушки, определяемой как отношение реактивного сопротивления катушки к активному.

Добротность радиочастотных катушек диапазонов ДВ, СВ и КВ лежит обычно в пределах 30...300, в зависимости от размеров и качества исполнения. Большие катушки, намотанные для диапазонов ДВ и СВ специальным многожильным проводом (ЛЭШО — литцендратом) или толстым посеребренным проводом для диапазона КВ, имеют обычно и большую добротность.

Значительно сократить размеры катушек при сохранении высокой добротности позволяют магнитопроводы (сердечники) из высокочастотного феррита или другого магнитодиэлектрика (магнетита, оксифера, карбонильного железа). Однако при использовании таких катушек в генераторах надо обращать внимание на температурную зависимость свойств магнитопровода, чтобы не ухудшить стабильность частоты генератора.

Добротность контура определяет и ширину его резонансной кривой. Она характеризует зависимость амплитуды колебаний в контуре от частоты при возбуждении его от постороннего источника синусоидальных колебаний. Связь источника с контуром для получения правильных результатов должна быть очень слабой. При совпадении частоты колебаний источника с резонансной частотой контура амплитуда колебаний в нем максимальна, а при расстройке она уменьшается. Ширина резонансной кривой по точкам, где амплитуда падает до 0,7 (на 3 дБ), обратно пропорциональна добротности: $2\Delta f = f_o/Q$ (**рис. 47**).

Основная идея построения генераторов с LC-контуром состоит

**В помощь радиокружку:**

- *Призеры конкурса журнала "Радио". Конструкции И. Бакомчева*
- *Теория: понемногу — обо всем*
- *Стабилизаторы напряжения с микросхемой КР142ЕН19А*

- *IBM PC: первое знакомство*

**Ответственный редактор**
Иванов Б. С.,
тел. 207-88-18
E-mail: novice@paguo.ru

в следующем: убыль энергии в контуре в процессе колебаний должна восполняться усилительным элементом, возбуждаемым от того же контура, в полном соответствии с рис. 44. При этом должны выполняться два условия: баланс амплитуд и баланс фаз.

Первое условие требует, чтобы энергия, подводимая к контуру от усилительного элемента, в точности равнялась потерям энергии в самом контуре и в цепях связи с нагрузкой. При более слабой обратной связи колебания затухают и генерация прекращается, при более сильной — амплитуда нарастает и усилительный элемент либо входит в режим ограничения, либо закрывается напряжением, вырабатываемым цепью стабилизации амлитуды. В обоих случаях усиление уменьшается, восстанавливая баланс амплитуд.

Условие баланса фаз состоит в том, чтобы колебания от усилительного элемента подводились к контуру синфазно с его собственными. Следовательно, общий фазовый сдвиг по петле обратной связи должен быть нулевым. Впрочем, небольшой фазовый сдвиг, вносимый усилителем, может компенсироваться контуром. Фазовый сдвиг колебаний в контуре (относительно возбуждающих) составляет 0 на резонансной частоте и достигает $\pm\pi/4$ при расстройке частоты на $\pm\Delta f$ в соответствии с фазовой характеристикой контура. При наличии фазового сдвига в усилительном элементе колебания будут возбуждаться не на резонансной частоте, а где-то сбоку от нее, что, конечно, нежелательно.

Исторически первый LC-генератор был изобретен Мейсснером в 1913 г. (немецкое общество беспроволочного телеграфа) и затем усовершенствован Роундом (английская фирма Маркони). В нем использовалась индуктивная обратная связь (**рис. 48**). Колебания от контура L2C2 подводятся к сетке лампы VL1. Ее анодный ток, изменяющийся в такт с колебаниями в контуре, протекает через катушку связи L1, и энергия усиленных колебаний поступает обратно в контур. Для правильной фазировки обе катушки должны включаться так, как показано на рисунке (начала обмоток, намотанных в одну сторону, обозначены точками). Регулировать обратную связь можно, изменяя расстояние между катушками.

Для стабилизации амплитуды колебаний служит гридлик — цепочка C3R1 (кстати, в самом первом генераторе Мейсснера ее еще не было). Действует она так: во время положительных полупериодов колебаний на сетке часть электронов притягивается на нее и заряжает правую по схеме обкладку конденсатора C3 минусовым напряжением. Оно сдвигает рабочую точку на участок характеристики с меньшей крутизной (лампа немного закрывается), и усиление уменьшается. Резистор "утечки сетки" R1 позволяет накапливающемуся заряду стекать на катод, иначе лампа закрылась бы совсем.

Конденсатор C1 служит для замыкания токов высокой частоты на общий провод ("землю") — ведь совсем не нужно, чтобы они протекали через источник питания, создавая наводки и помехи другим элементам устройства, в котором использован генератор.

В дальнейшем американской фирмой "Вестерн Электрик" были разработаны более простые и совершенные генераторы — индуктивная "трехточка" Хартли (1915 г.) и емкостная "трехточка" Колпитца (1918 г.). Мы намеренно привели имена изобретателей, поскольку схемы их генераторов практически не изменились за более чем три четверти века, и до сих пор в технической литературе встречаются названия "схема Мейснера" или "схема Колпитца" без пояснения, что это такое. Элементная база тем не менее значительно изменилась, и в качестве примера рассмотрим генератор, выполненный по схеме индуктивной трехточки (Хартли) на современном полевом транзисторе с изолированным затвором (**рис. 49**).

По принципу действия такой транзистор во многом подобен трехэлектродной радиолампе — триоду, но ток в нем протекает не в вакууме, а в толще полупроводника, где технологически создан проводящий канал между стоком (верхний по схеме вывод) и истоком (нижний вывод). Проводимость канала управляется напряжением на затворе — электроде, расположенном очень близко к каналу, но изолированном от него. При подаче на затвор отрицательного напряжения его поле как бы "пережимает" канал и ток стока уменьшается. Если же подано и увеличивается положительное напряжение, проводимость канала растет и ток стока увеличивается. В любом случае ток затвора отсутствует, и это заставило дополнить гридлик C2R1 — цепь стабилизации амплитуды — диодом VD1, детектирующим поступающие на затвор колебания и создающим отрицательное смещение при возрастании их амплитуды.

Колебания на затвор подаются с контура L1C1, определяющего частоту генератора. Достоинство полевого транзистора в том, что его входное сопротивление на радиочастотах очень велико, и оно практически не шунтирует контур, не внося в него дополнительных потерь. Обратная связь создается подключением истока транзистора к части витков катушки L1 (обычно от 1/3 до 1/10 общего числа витков).

Работает генератор так: при положительной полуволне колебаний на верхнем по схеме выводе контура увеличивается ток транзистора, который "подбрасывает" в контур очередную порцию энергии.

По сути дела, транзистор в этом генераторе включен истоковым повторителем, и фаза колебаний на истоке совпадает с фазой колебаний на затворе, что и обеспечивает баланс фаз. Коэффициент передачи повторителя по напряжению меньше единицы, однако катушка по отношению к истоку включена как повышающий автотрансформатор. В результате полный коэффициент передачи по петле обратной связи становится больше единицы, обеспечивая баланс амплитуд.

В качестве другого примера рассмотрим генератор, выполненный по схеме емкостной "трехточки" на биполярном транзисторе (**рис. 50**). Собственно генератор собран на транзисторе VT1. Его режим по постоянному току задается делителем в цепи базы R1R2 и сопротивлением эмиттерного резистора R3 (мы уже рассматривали

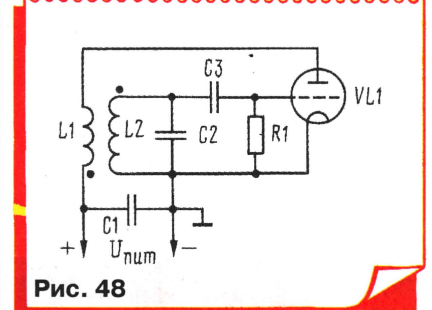


**Рис. 48**

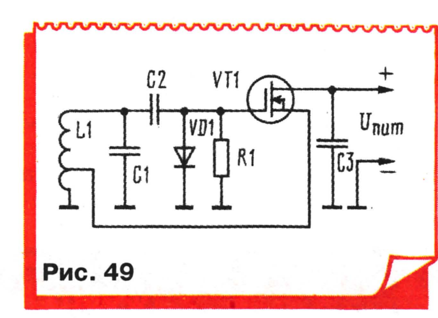


**Рис. 49**

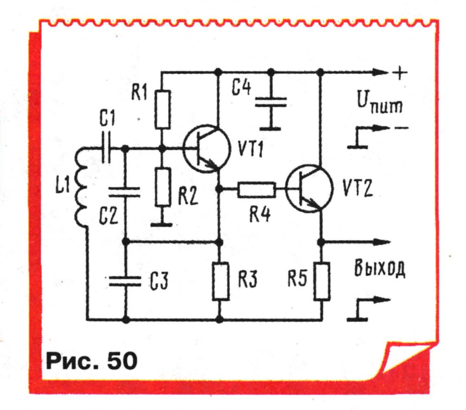


**Рис. 50**

такие схемы в разделе об усилителях). Колебательный контур генератора образован катушкой индуктивности L1 и цепочкой из трех последовательно включенных конденсаторов C1—C3. К отводам получившегося емкостного делителя подключены не только эмиттер, но и база транзистора. Это продиктовано желанием уменьшить шунтирование контура транзистором — ведь входное сопротивление биполярного транзистора относительно невелико.

Практически емкости конденсаторов C2 и C3, шунтирующих переходы транзистора, стараются выбрать побольше, а емкость C1 — минимально необходимой для возникновения колебаний. Это улучшает стабильность частоты. В остальном работа генератора происходит так же, как и предыдущего.

Каскад на транзисторе VT2 — так называемый буферный каскад — служит для ослабления влияния последующих каскадов на генератор. Транзистор включен эмиттерным повторителем и получает смещение непосредственно с эмиттера генераторного транзистора VT1. Дополнительно связь ослаблена резистором R4. Все принятые меры позволяют довести относительную нестабильность частоты описанного генератора до столь малой величины, как 0,001 %, тогда как у обычных LC-генераторов она на порядок хуже.

В радиовещательных и телевизионных приемниках используют более простые генераторы по схеме емкостной трехточки, типичная схема одного из которых показана на **рис. 51**. Здесь контур L1C3 включен в коллекторную

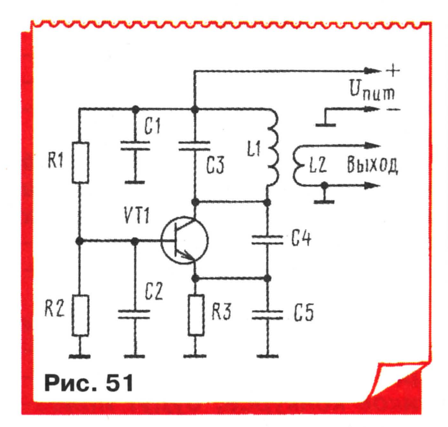


**Рис. 51**

цепь транзистора, база по высокой частоте соединена с общим проводом через конденсатор C2, а обратная связь подается на эмиттер через емкостный делитель C4C5. Включение транзистора по схеме с общей базой позволяет получить особенно высокие частоты генерации, близкие к предельным для данного типа транзистора. Сигнал генератора снимают с катушки связи L2.

# СТАБИЛИЗАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ С МИКРОСХЕМОЙ КР142ЕН19А

*И. НЕЧАЕВ, г. Курск*

***Отечественная промышленность выпускает интересный полупроводниковый прибор — микросхему КР142ЕН19А. Она представляет собой параллельный стабилизатор напряжения — об этом рассказывалось в статье Е. Янушенко в "Радио", 1994, № 4, с. 47, 48. В той же публикации приводились некоторые варианты использования микросхемы в разных устройствах. Сегодня — продолжение этой темы.***

Невысокая цена (в августе прошлого года она стоила на Митинском радиорынке три рубля) и большие фукциональные возможности позволяют широко использовать микросхему в различных блоках питания и узлах аппаратуры как источник опорного напряжения либо регулируемый стабилитрон.

В отличие от обычного стабилитрона, КР142ЕН19А имеет выводы не только анода и катода, но и входа управления (**рис. 1,а**). Здесь под анодом будем понимать электрод, на который подается плюс стабилизируемого напряжения. Выпускается микросхема в корпусе, напоминающем транзистор (**рис. 1,б**).

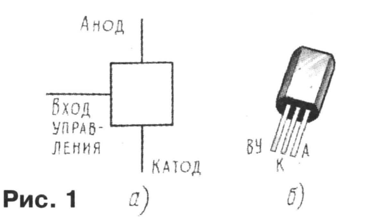


**Рис. 1**

Подавая на управляющий вход напряжение с анода (**рис. 2,а**) или резистивного делителя (**рис. 2,б**), включенного между анодом и катодом, можно изменять напряжение стабилизации от 2,5 до 30 В.

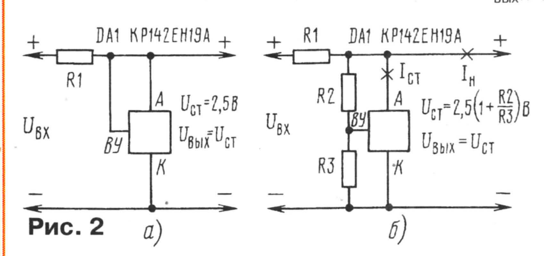


**Рис. 2**

Ток стабилизации может лежать в пределах 1...100 мА, а дифференциальное сопротивление не превышает 0,5 Ом. Наибольшая мощность рассеяния достигает 0,4 Вт, а ток входа управления — 5 мкА. Ток через резистивный делитель желательно выбирать не менее 0,5 мА.

Для постройки маломощного стабилизатора напряжения (параллельного типа) последовательно с микросхемой включают балластный резистор (R1 на рис. 2), а нагрузку подключают к выводам анода и катода, как это делают в случае с обычным стабилитроном. Рассчитывают такой стабилизатор по методике, аналогичной для стабилитрона.

Если нужно плавно изменять выходное напряжение стабилизатора, в него вводят переменный либо подстроечный резистор (**рис. 3**). Тогда минимальное напряжение нетрудно рассчитать по

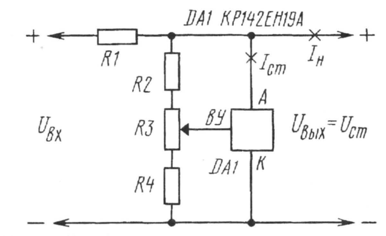


**Рис. 3**

формуле: $U_{мин} = 2,5\cdot[1 + R2/(R3 + R4)]$ В, а максимальное — $U_{макс} = 2,5\cdot[1 + (R2 + R3)/R4]$ В. Сопротивление балластного резистора определяют так: $R1 = (U_{вх.мин} - U_{вых})/(I_{ст.мин} + I_{дел} + I_{н.макс})$, где $I_{ст.мин}$ можно принять равным 1 мА.

Если нагрузка должна потреблять больший ток, чем может обеспечить микросхема, в стабилизатор вводят биполярный транзистор (**рис. 4**)

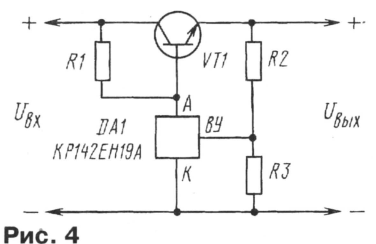


**Рис. 4**

соответствующей мощности. Следует заметить, что резистивный делитель в этом случае включают между выходом стабилизатора и общим проводом. В итоге получится компенсационный стабилизатор напряжения с регулирующим транзистором. Несмотря на простоту, такой стабилизатор зачастую превосходит по параметрам специализированные интегральные стабилизаторы напряжения (микросхемы серий К142, КР142).

На **рис. 5** приведена схема стабилизированного блока питания с микросхемой КР142ЕН19А, который предназначен для работы с плейером, маломощным радиоприемником и другой аппаратурой. Его удобно встроить в сетевой адаптер с нестабилизированным и переключаемым выходным напряжением.

зультаты: коэффициент стабилизации составил несколько сотен, а амплитуда пульсаций выходного напряжения при токе нагрузки 200 мА — не более 2...3 мВ.

При налаживании блока более точно выходные напряжения устанавливают подбором резисторов R3—R5.

Более мощный блок, который использовался для питания стационарной радиостанции Си-Би диапазона с выходной мощностью 10 Вт, был выполнен по схеме, приведенной на **рис. 6**. Здесь для повышения коэффициента стабилизации вместо резистора применен стабилизатор тока на полевом транзисторе, а для обеспечения выходного тока 3 А и более использован мощный составной биполярный транзистор с коэффициентом передачи тока базы 1000 и более. Выходное напряжение можно регулировать в небольших пределах (11,5...14 В) подстроечным резистором R2.

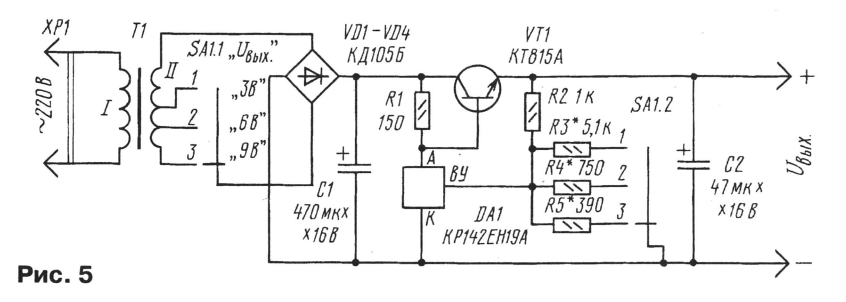



**Рис. 5**

Трансформатор, диодный мост и конденсатор фильтра С1 используют от адаптера. Вместо имеющегося переключателя на одно направление придется установить аналогичный по габаритам на два направления. Большинство деталей размещают методом навесного монтажа, транзистор (КТ815А—КТ815Г, КТ817А—КТ817Г) снабжают теплоотводом. Сопротивление каждого из резисторов R3—R5 рассчитывают по формуле: $R = R2/(U_{вых}/2,5 - 1)$.

При испытании этого блока получились весьма хорошие ре-

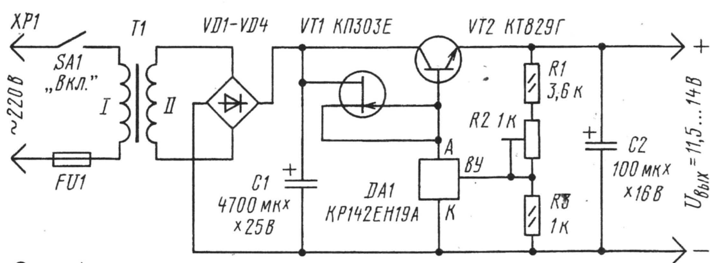



**Рис. 6**

Трансформатор Т1 должен обеспечивать на обмотке II переменное напряжение около 15 В при максимальном токе нагрузки. На такой же ток подбирают диоды выпрямительного моста и транзистор VT2 (его устанавливают на теплоотвод).

При испытании блока коэффициент стабилизации при токе нагрузки 2 А оказался более 1000, а выходное сопротивление — около 0,005 Ом. ■

***Итак, как ранее сообщала редакция (см. "Радио", 2000, № 4, с. 4), приступаем к публикации кратких описаний конструкций, представленных на наш конкурс — "Набор для начинающего радиолюбителя".***

***Сегодня читатели познакомятся со схемотехническими решениями простых конструкций из набора, предложенного обладателем первого приза Иваном Бакомчевым — студентом радиотехнического факультета Ульяновского государственного технического университета.***

***Электроникой И. Бакомчев заинтересовался еще будучи учеником второго класса. Собирал простейшие конструкции из деталей набора, который выпускал Пензенский радиозавод. Позже его "наставником", как и других ребят, стала известная книга В. Г. Борисова "Юный радиолюбитель". Многому научился любознательный паренек, занимаясь в радиокружке. Большую помощь в познании основ радиотехники оказывал ему отец — инженер-конструктор радиоэлектронной аппаратуры. В девятом—одиннадцатом классах Иван проштудировал книгу П. Хоровица и У. Хилла "Искусство схемотехники", ставшую незаменимой при создании собственных разработок. Он постоянно читает журнал "Радио", книги для радиокружков, популярную радиолюбительскую литературу.***

***Недавно И. Бакомчева включили в группу студентов института, которым в рамках программы обмена студентами предстоит поехать в Германию.***

***Редакция полагает, что эти конструкции, как и последующие публикации работ участников конкурса, будут полезными не только для членов радиокружков, но и для начинающих радиолюбителей, изучающих основы радиоконструирования самостоятельно.***

***Призеры конкурса журнала "РАДИО"***

# КОНСТРУКЦИИ И. БАКОМЧЕВА

**Однокаскадный усилитель ЗЧ (рис. 1).**

Это простейшая конструкция, которая позволяет продемонстрировать усилительные способности транзистора. Правда, коэффициент усиления по напряжению невелик — он не превышает 6, поэтому сфера применения такого устройства ограничена. Тем не менее его можно подключить, скажем, к детекторному радиоприемнику (он должен быть нагружен на резистор 10 кОм) и с помощью головного телефона BF1 прослушивать передачи местной радиостанции.

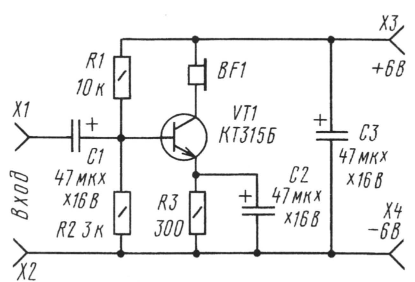



**Рис. 1**

Усиливаемый сигнал поступает на входные гнезда X1, X2, а напряжение питания (как и во всех остальных конструкциях этого автора, оно составляет 6 В — четыре гальванических элемента напряжением по 1,5 В, соединенных последовательно) подается на гнезда X3, X4. Делитель R1R2 задает напряжение смещения на базе транзистора, а резистор R3 обеспечивает обратную связь по току, что способствует температурной стабилизации работы усилителя.

Как происходит стабилизация? Предположим, что под воздействием температуры увеличился ток коллектора транзистора. Соответственно увеличится падение напряжения на резисторе R3. В итоге уменьшится ток эмиттера, а значит, и ток коллектора — он достигнет первоначального значения.

Нагрузка усилительного каскада — головной телефон сопротивлением 60...100 Ом.

Проверить работу усилителя несложно, нужно коснуться входного гнезда X1, например, пинцетом — в телефоне должно прослушиваться слабое жужжание, как результат наводки переменного тока. Ток коллектора транзистора составляет около 3 мА.

**Двухкаскадный усилитель ЗЧ на транзисторах разной структуры (рис. 2).**

Он выполнен с непосредственной связью между каскадами и глубокой отрицательной обратной связью по постоянному току, что делает его режим независящим от температуры окружающей среды. Основа температурной стабилизации — резистор R4, "работающий" аналогично резистору R3 в предыдущей конструкции.

Усилитель более "чувствительный" по сравнению с однокаскадным — коэффициент усиления по напряжению достигает 20. На входные гнезда можно подавать переменное напряжение амплитудой не более 30 мВ, иначе возникнут искажения, прослушиваемые в головном телефоне.

Проверяют усилитель, прикоснувшись пинцетом (или просто пальцем) входного гнезда X1 — в телефоне раздастся громкий звук. Усилитель потребляет ток около 8 мА.

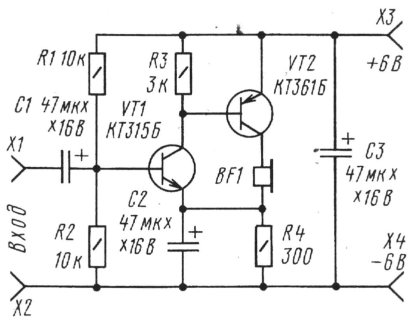



**Рис. 2**

Эту конструкцию можно использовать для усиления слабых сигналов, например, от микрофона. И конечно, он позволит значительно усилить сигнал ЗЧ, снимаемый с нагрузки детекторного приемника.

**Двухкаскадный усилитель ЗЧ на транзисторах одинаковой структуры (рис. 3).**

Здесь также использована непосредственная связь между каскадами, но стабилизация режима работы несколько отличается от предыдущих конструкций. Допустим, что ток коллектора транзистора VT1 уменьшился. Падение напряжения на этом транзисторе увеличится, что приведет к увеличению напряжения на резисторе R3, включенном в цепи эмиттера транзистора VT2. Благодаря связи транзисторов через резистор R2, увеличится ток базы входного транзистора, что приведет к увеличению его тока коллектора. В итоге первоначальное изменение тока коллектора этого транзистора будет скомпенсировано.

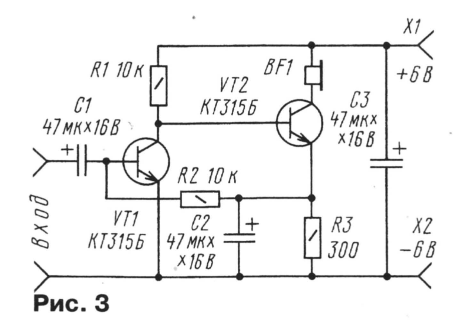



**Рис. 3**

Чувствительность усилителя весьма высока — коэффициент усиления достигает 100. Усиление в сильной степени зависит от емкости конденсатора C2 — если его отключить, усиление снизится. Входное напряжение должно быть не более 2 мВ.

Усилитель хорошо работает с детекторным приемником, с электретным микрофоном и другими источниками слабого сигнала. Ток, потребляемый усилителем, — около 2 мА.

**Двухтактный усилитель мощности ЗЧ (рис. 4).**

Он выполнен на транзисторах разной структуры и обладает усилением по

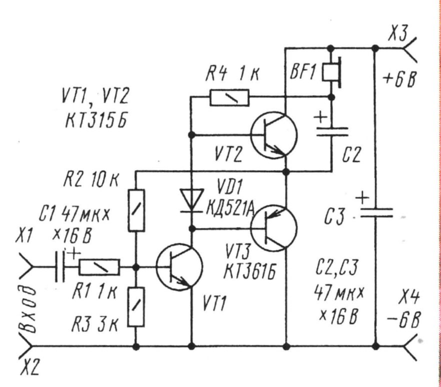



**Рис. 4**

напряжению около 10. Наибольшее входное напряжение может быть 0,1 В.

Усилитель двухкаскадный: первый собран на транзисторе VT1, второй — на VT2 и VT3 разной структуры. Первый каскад усиливает сигнал ЗЧ по напряжению, причем обе полуволны одинаково. Второй — усиливает сигнал по току, но каскад на транзисторе VT2 "работает" при положительных полуволнах, а на транзисторе VT3 — при отрицательных.

Режим по постоянному току выбран таким, что напряжение в точке соединения эмиттеров транзисторов второго каскада равно примерно половине напряжения источника питания. Это достигается включением резистора R2 обратной связи. Ток коллектора входного транзистора, протекая через диод VD1, приводит к падению на нем напряжения, которое является напряжением смещения на базах выходных транзисторов (относительно их эмиттеров), — оно позволяет уменьшить искажения усиливаемого сигнала.

Нагрузка (несколько параллельно включенных головных телефонов либо динамическая головка) подключена к усилителю через оксидный конденсатор C2. Если усилитель будет работать на динамическую головку (сопротивлением 8...10 Ом), емкость этого конденсатора должна быть минимум вдвое больше.

Обратите внимание на подключение нагрузки первого каскада — резистора R4. Его верхний по схеме вывод соединен не с плюсом питания, как это обычно делается, а с нижним выводом нагрузки.

Это так называемая цепь вольтодобавки, при которой в базовую цепь выходных транзисторов поступает небольшое напряжение ЗЧ положительной обратной связи, выравнивающее условия работы транзисторов.

**Двухуровневый индикатор напряжения (рис. 5).**

Такое устройство можно использовать, например, для индикации "истощения" батареи питания либо индикации уровня воспроизводимого сигнала в бытовом магнитофоне. Макет индикатора позволит продемонстрировать принцип его работы.

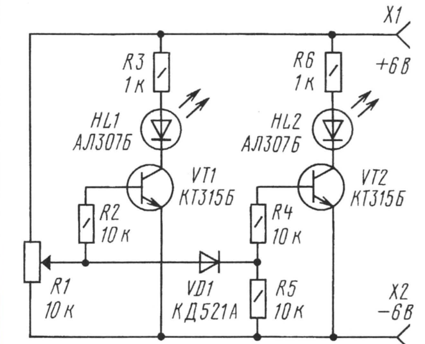


Рис. 5

В нижнем по схеме положении движка переменного резистора R1 оба транзистора закрыты, светодиоды HL1, HL2 погашены. При перемещении движка резистора вверх, напряжение на нем увеличивается. Когда оно достигнет напряжения открывания транзистора VT1, вспыхнет светодиод HL1.

Если продолжать перемещать движок, наступит момент, когда вслед за диодом VD1 откроется транзистор VT2. Вспыхнет и светодиод HL2. Иными словами, малое напряжение на входе индикатора вызывает свечение только светодиода HL1, а большее — обоих светодиодов.

Плавно уменьшая входное напряжение переменным резистором, заметим, что вначале гаснет светодиод HL2, а затем — HL1. Яркость светодиодов зависит от ограничительных резисторов R3 и R6: при увеличении их сопротивлений яркость падает.

Чтобы подключить индикатор к реальному устройству, нужно отсоединить верхний по схеме вывод переменного резистора от плюсового провода источника питания и подать контролируемое напряжение на крайние выводы этого резистора. Перемещением его движка подбирают порог "срабатывания" индикатора.

При контроле только напряжения источника питания допустимо установить на месте HL2 светодиод зеленого свечения (АЛ307Г).

**Трехуровневый индикатор напряжения (рис. 6).**

Он выдает световые сигналы по принципу меньше нормы — норма — больше нормы. Для этого в индикаторе использованы два светодиода красного свечения и один — зеленого.

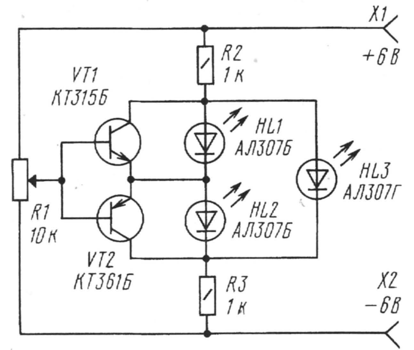


Рис. 6

При некотором напряжении на движке переменного резистора R1 ("напряжение в норме") оба транзистора закрыты и "работает" только зеленый светодиод HL3. Перемещение движка резистора вверх по схеме приводит к увеличению напряжения ("больше нормы") на нем. Открывается транзистор VT1. Светодиод HL3 гаснет, а HL1 зажигается. Если движок перемещать вниз и уменьшать таким образом напряжение на нем ("меньше нормы"), транзистор VT1 закроется, а VT2 откроется. Будет наблюдаться такая картина: вначале погаснет светодиод HL1, затем зажжется и вскоре погаснет HL3 и в заключение вспыхнет HL2.

Из-за низкой чувствительности индикатора получается плавный переход от погасания одного светодиода к зажиганию другого: еще не погас полностью, например, HL1, а уже зажигается HL3.

**Триггер Шмитта (рис. 7).**

Как известно, это устройство используется обычно для преобразования медленно изменяющегося напряжения в сигнал прямоугольной формы.

Когда движок переменного резистора R1 находится в нижнем по схеме положении, транзистор VT1 закрыт. Напряжение на его коллекторе высокое. В результате транзистор VT2 оказывается открытым, а значит, светодиод HL1 зажжен. На резисторе R3 образуется падение напряжения.

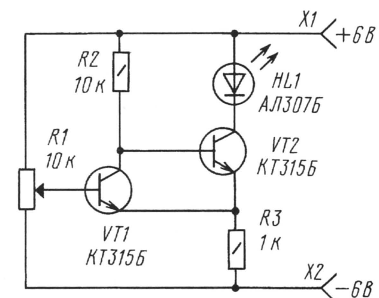


Рис. 7

Медленно перемещая движок переменного резистора вверх по схеме, удастся достичь момента, когда произойдет скачкообразное открывание транзистора VT1 и закрывание VT2. Это случится при превышении напряжения на базе VT1 падения напряжения на резисторе R3. Светодиод погаснет.

Если после этого перемещать движок вниз, триггер возвратится в первоначальное положение — вспыхнет светодиод. Это произойдет при напряжении на движке меньшем, чем напряжение выключения светодиода.

**Ждущий мультивибратор (рис. 8).**

Такое устройство обладает одним устойчивым состоянием и переходит в другое только при подаче входного сигнала. При этом мультивибратор формирует импульс "своей" длительности независимо от длительности входного. Убедимся в этом, проведя эксперимент с макетом предлагаемого устройства.

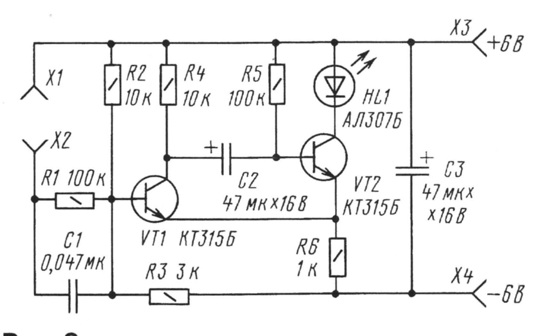


Рис. 8

В исходном состоянии транзистор VT2 открыт, светодиод HL1 светится. Достаточно теперь кратковременно замкнуть гнезда X1 и X2, чтобы импульс тока через конденсатор C1 открыл транзистор VT1. Напряжение на его коллекторе снизится, и конденсатор C2 окажется подключенным к базе транзистора VT2 в такой полярности, что тот закроется. Светодиод погаснет.

Конденсатор начнет разряжаться, ток разрядки потечет через резистор R5, удерживая транзистор VT2 в закрытом состоянии. Как только конденсатор разрядится, транзистор VT2 вновь откроется и мультивибратор перейдет снова в режим "ожидания".

Длительность формируемого мультивибратором импульса (продолжительность нахождения в неустойчивом состоянии) не зависит от длительности запускающего, а определяется сопротивлением резистора R5 и емкостью конденсатора C2. Если подключить параллельно C2 конденсатор такой же емкости, светодиод вдвое дольше будет оставаться в погашенном состоянии.

***(Продолжение следует)***

# IBM PC ПЕРВОЕ ЗНАКОМСТВО



*А. ЛОМОВ, г. Москва*

## ЧАСТЬ 8. РАСПАХНИТЕ ОКНА!..

Перемыв все (или почти все) "косточки" операционным системам класса DOS, мы можем с чистой совестью и с новыми силами перейти к разговору о другой программной платформе — Microsoft Windows. Отчасти с ней вы уже знакомы по разделу "Все об операционных системах" (см. часть 4).

На сегодня Windows ("винды", "окошки", "форточки" — каких только названий не придумано для этой платформы влюбленными в нее пользователями) составляют наиболее распространенный **класс систем** для IBM PC-совместимых компьютеров. Обратите внимание, я назвал Windows "классом систем", и не оговорился, поскольку "форточки" бывают нескольких разновидностей, в чем вы сейчас убедитесь.

Самая мощная реализация "окошек", которую, по правде говоря, даже "окошками"-то неудобно называть — Windows NT Server. Ей "доверяют" управление самыми что ни на есть серьезными машинами — **серверами сетей,** как локальных, так и глобальных. Сейчас почти половина всех серверов сети Интернет работает под управлением Windows NT Server, и доля их неуклонно растет. А ведь всего каких-то лет семь-восемь назад о Windows NT никто и слыхом не слыхивал, и в сетях безраздельно царствовали разнообразные "юниксоиды" — бесчисленные разновидности операционной системы UNIX.

"Младшая сестра" Windows NT Server — система Windows NT Workstation. Она тоже создана для работы в сетях, но уже не на серверах, а на **клиентских рабочих станциях.** Компьютерные профи иногда обустраивают этой системой и "отдельно стоящие", не связанные с сетями компьютеры.

Вообще же на обычных персональных компьютерах, используемых дома и в офисе, устанавливают, как правило, одну из двух систем — Windows 95 или Windows 98. Среди программных платформ они вне конкуренции — около 90 % (!) домашних и офисных ПК во всем мире оснащены именно этими системами.

И наконец, портативные, **карманные компьютеры,** которые получают все большее распространение среди предпринимателей, проводящих значительную часть времени в разъездах, работают под управлением операционной системы Windows CE — упрощенного аналога Windows 95/98.

Windows, Windows, Windows... Куда ни глянь — одни "окошки". И в самом деле, Windows узурпировала всю власть в компьютерном мире, не давая другим платформам даже малейших надежд. Поэтому пора "прорубить окно" в этот чудесный мир...

### В КАКОЕ ОКОШКО ПОСТУЧАТЬСЯ?

Прежде всего стоит определиться. Конечно же мы не станем рассказывать о всех разновидностях "форточек", которые только существуют. Наш цикл посвящен настольным IBM PC-совместимым компьютерам. Так что о Windows NT и о Windows CE я рассказал лишь в экскурсионном порядке. Возможно, вам еще придется встретиться с этими системами, но тем не менее в настоящее время "бал правят" Windows 95/98, и именно на них мы акцентируем ваше внимание. Если вы будете хорошо разбираться в премудростях Windows 95/98, то найти общий язык с Windows NT или, тем более с Windows CE не составит особого труда. У разных видов "форточек" много общего, поскольку все они созданы одной фирмой.

Windows 95 пришла на смену графической среде Windows 3.11, которая, как вы помните, еще не была полноценной операционной системой, а являлась лишь **надстройкой над DOS.** Произошло это в августе 1995 г. Ровно через год, в августе 96-го, на рынке появилась новая реализация "форточек" — Windows 95 OSR2 (OEM Service Release 2). На пиратских "компактах" она нередко именовалась "Windows 96". Аббревиатура OEM расшифровывается как "Original Equipment Manufacturer" — "производитель комплексного оборудования". Не вдаваясь в излишние подробности, скажу лишь, что OSR2 нельзя было просто купить в магазине и установить поверх прежней версии Windows — ее поставляли лишь в комплекте с компьютерами фирм, заключивших специальное соглашение с Microsoft, и устанавливали только на абсолютно чистый "винчестер" (естественно, речь идет не о пиратских копиях, а о законно произведенном программном продукте).

Немного забегая вперед, скажу, как можно отличить "обычную" Windows 95 от Windows 95 OSR2. На экране компьютера при работе с Windows (экранный фон в "форточной" терминологии именуется не иначе как **"Рабочим столом"** — см. рис. 6 в части 4) находятся несколько маленьких картинок-значков. Подведите указатель "мыши" к значку с надписью **"Мой компьютер"** и дважды щелкните левой ее кнопкой. Должно появиться окно с несколькими пиктограммами, среди которых вам понадобится **"Панель управления".** Дважды щелкните по этому значку, и в новом окне таким же образом щелкните по иконе **"Система".** В появившемся окне на закладке **"Общие"** будет написано: "Система: Microsoft Windows 95 4.00.950" или "Система: Microsoft Windows 95 4.00.950 B". Если буквы B нет, вы имеете дело с "обычной" Windows 95, если же она есть — у вас Windows 95 OSR2. Чтобы закрыть это окно, нажмите "мышью" кнопку **"OK"** ("все о'кей") в нижней его части. Посмотрите на **рис. 23** и определите, какая Windows 95 там показана.

Windows 98 (**рис. 24**) появилась сравнительно недавно — продажи русской версии этой системы начались в Москве в октябре 1998 г. По правде говоря, Windows 98 — вовсе не триумфальный шаг вперед, подобно тому, каким был в свое время приход Windows 95. Windows 98 правильнее было бы назвать новой версией Windows 95, потому что, как ни крути, на революционные лавры пятой волны "форточек" она не претендует. Да Microsoft, в принципе, этого и не отрицает — откройте в Windows 98 окно **"Система",** аналогично тому, как это делалось в Windows 95. Номер версии новых "виндов" — 4.10.1998. Как видите, начинается этот номер по-прежнему с четверки (**рис. 25**).

Пятый номер, по всей видимости, будет иметь уже следующая версия "форточек", которую фирма Microsoft нарекла звучным именем Windows 2000. Надо заметить, что Windows 2000 будет качественно новым продуктом, поскольку ему выпало стать общим продолжением эволюции Windows 95/98 и Windows NT

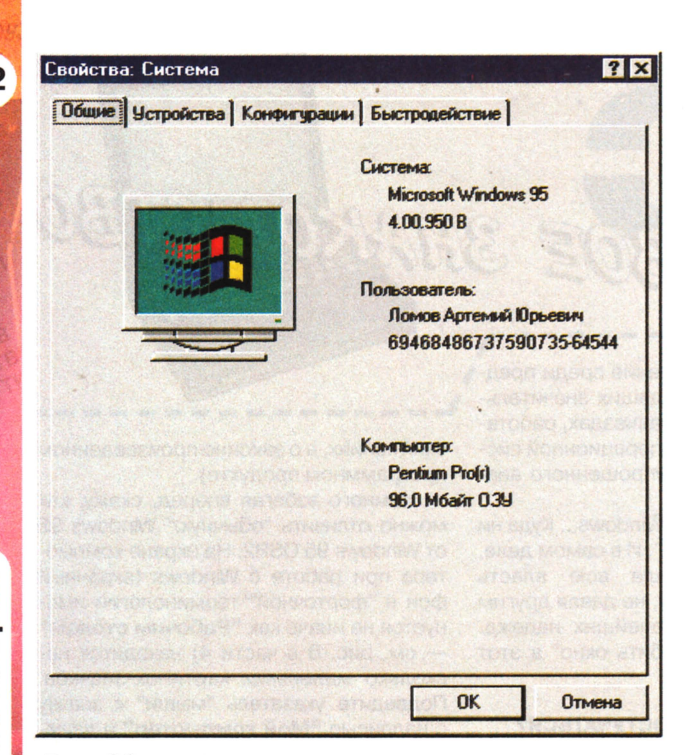



Рис. 23

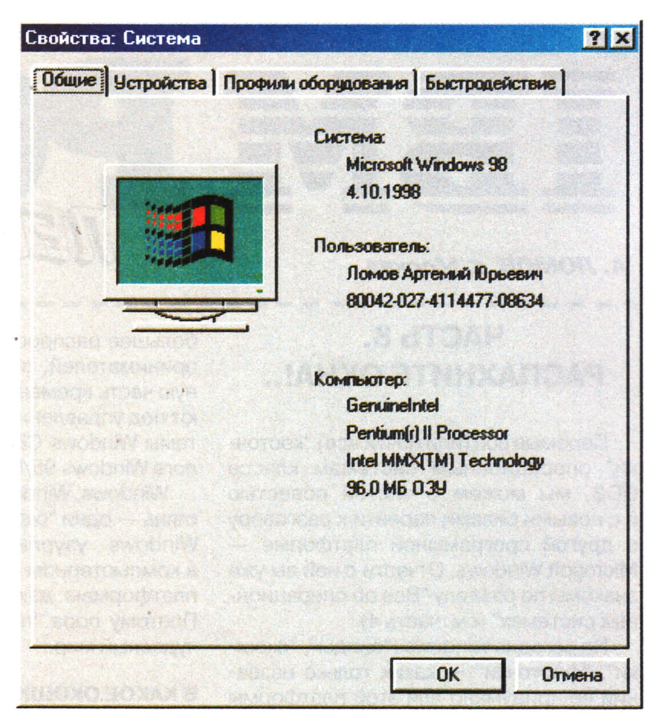



Рис. 25

Workstation 4.0. Таким образом, начиная с 2000 г. деление Windows на NT и "не NT" отменяется.

Но до этого, как говорится, нужно еще дожить, а вот Windows 95 и 98 — у нас с вами в руках.

**WINDOWS ПОД МИКРОСКОПОМ**

Как и любая операционная система, Windows (с этого момента я буду опускать цифры 95/98, конкретизируя лишь там, где это действительно нужно) состоит из **ядра** и многочисленных **дополнительных программ.** Ядро в Windows составлено, как и в DOS, из трех файлов, причем называются они так же, как и в системе MS-DOS, а именно: IO.SYS, MSDOS.SYS и COMMAND.COM. В принципе, эта часть операционной системы практически ничем не отличается от ядра MS-DOS — без дополнительных файлов, спрятанных в отдельном каталоге на "винчестере", Windows была бы такой же скучной и безликой системой, как и DOS. Главные достижения Windows скрываются на гораздо более высоком уровне. Достаточно сказать, что в процессе своей загрузки Windows загружает в память машины более сотни разнообразных компонентов.

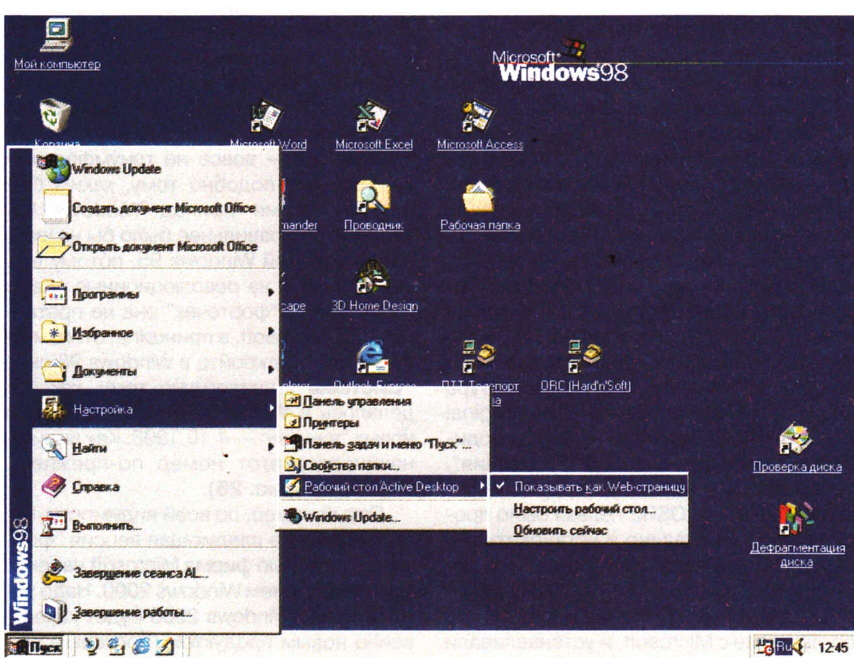



Рис. 24

Основой идеологии Windows является то, что процессор компьютера под управлением "форточек" работает в так называемом **защищенном режиме.** При этом, во-первых, одновременно могут выполняться две или более программ, используя оперативную память без каких бы то ни было конфликтов. Это называется многозадачностью. Во-вторых, для загрузки программ доступна вся без исключения оперативная память, которая имеется в наличии у компьютера (вспомните "болезнь" DOS — 640-килобайтный барьер). И наконец, в-третьих, если физически существующей "оперативной памяти " все же не хватит, благодаря технологии виртуальной памяти можно позаимствовать нужное количество свободных мегабайтов у "винчестера". В реальном режиме процессора, который использовали DOS и DOS-программы, все это было немыслимым.

Надо сказать, что предыдущие версии "форточек", а также крупные пакеты для DOS, в основном игры, поддерживали защищенный режим процессора, но у них не было другого преимущества Windows — 32-разрядности. Независимость от DOS дала возможность разработать новые драйверы устройств и программы, которые позволили наиболее полно использовать возможности современных процессоров, шин, памяти и других аппаратных средств.

*(Продолжение следует)*

# КВ, УКВ и Си-Би




- *Управление синтезатором частоты радиостанций "Транспорт" и "Маяк"*
- *GP для диапазона 80 метров*
- *Комбинированная антенна на диапазоны 80 и 20 метров*
- *Цифровая АПЧ в гетеродине*



- *Соревнования "Белое озеро"*
- *Дипломы*

**Ответственный редактор**
Б. Степанов (RU3AX),
тел. 207-68-89
E-mail: kw-ukw@paguo.ru
cb@paguo.ru

**Общественный совет:**
В. Агабеков (UA6HZ)
И. Березин (RW4IB)
В. Заушицин (RW3DR)
Я. Лаповок (UA1FA)
С. Смирнов (RK3BJ)
Г. Члиянц (UY5XE)

## ПРИЗЫ ПОБЕДИТЕЛЯМ ЮБИЛЕЙНЫХ СОРЕВНОВАНИЙ



**Как мы уже сообщали, несколько фирм учредили памятные призы для победителей соревнований, посвященных 75-летию радиолюбительства в нашей стране. Победитель среди индивидуальных станций, работавших MIXED, получит УКВ ЧМ радиостанцию IC-T2H (от фирмы "Сайком"); победитель среди индивидуальных станций, работавших CW, — контроллер пакетной связи MFJ-1270C TNC-2 (от фирмы "Бермос"); победитель среди индивидуальных станций, работавших SSB, — связную гарнитуру MFJ-396 (от фирмы "Бермос"); победитель среди коллективных станций – анализатор КВ антенн MFJ-207 (от фирмы "Бермос"); победитель среди наблюдателей – настольные часы (от фирмы "Компас+радио"). Эти призы показаны на фото. Памятные дипломы для всех участников юбилейных соревнований напечатает фирма "Юником".**

***Напоминаем, что эти соревнования будут проходить с 5 до 11 UT 24 июня. Положение было опубликовано в предыдущем номере журнала.***


КОНТЕСТ-ДИПЛОМ
ЖУРНАЛА
РАДИО
Главный редактор Крылов Ю. И.

**Вот так выглядит контест-диплом журнала "Радио", которым будут награждаться участники соревнований на призы журнала.**





# УПРАВЛЕНИЕ СИНТЕЗАТОРОМ ЧАСТОТЫ РАДИОСТАНЦИЙ "ТРАНСПОРТ" И "МАЯК"

*Владимир ЛАТЫШЕВ (RA9UCN)*

Распечатки кодов для прошивки ПЗУ приведены в **табл. 2** ("Маяк-1"), **табл. 3** ("Маяк-2") и **табл. 4** ("Транспорт"). Для экономии места блоки, которые содержат только код FF, из таблиц исключены, а соответствующие адреса приведены в конце каждой таблицы.

Блок управления выполнен на двусторонней печатной плате размерами 233×46 мм. Материал — фольгированный стеклотекстолит толщиной 1,5 мм. Плата со стороны расположения деталей показана на **рис. 4,** а с обратной стороны — на **рис. 5.** Расположение элементов на плате приведено на **рис. 6.**

Плата рассчитана на установку кнопок типа ПКН-125 или ПКН-150. Дроссель L1 — ДПМ-0,1. Оксидный конденсатор C1 — К53-14, а C4 — К50-35. Все постоянные резисторы — типа МЛТ-0,125, подстроечные — СП3-22б. Резисторы R3, R4, R8-R14 установлены перпендикулярно плате. Чтобы уменьшить общую высоту монтажа, что немаловажно в дальнейшем при изготовлении лицевой панели, вместо них лучше применить сборку HP1-4-9M сопротивлением 4,7...10 кОм. Стабилитроны VD1, VD2 — в стеклянных корпусах. Диоды VD3—VD7 располагают под микросхемой процессора или с противоположной стороны платы.

Микросхему ПЗУ (DD3) желательно установить на панельку (DIP-24), чтобы иметь возможность ее заменить при модернизации управляющей программы. Индикаторы HG1—HG6 также целесообразно установить на панельки (DIP-14). Вместо указанных на схеме можно применить индикаторы с общим катодом другого типа.

В качестве индикаторов S-метра HL2—HL12 использована светодиодная сборка DD12GWA фирмы Kingbright — зеленого цвета свечения. При желании можно достичь неплохих результатов, использовав отечественные светодиоды серии КИПМ02, но придется повозиться с окрашиванием их боковых поверхностей и выравниванием диодов по высоте при установке на плату.

Микропроцессор 18C48 можно заменить микросхемой 80C48 фирмы Intel или применить отечественные аналоги: КР1816ВЕ48 (35, 39); КР1830ВЕ48; КР1835ВЕ35 (39); КР1850ВЕ35 (39). Микросхему ПЗУ допустимо заменить на другую с объемом памяти 2 кбайта, например, на 2716 или К573РФ5.

На плате предусмотрены места под два дополнительных светодиода, которые можно применить для других нужд (индикации захвата частоты ФАПЧ, мощности и пр.). Предусмотрены также места под переменные резисторы (типа СП3-4) для регулировки громкости и порога шумоподавителя, а также под малогабаритный тумблер (например, для переключения уровня мощности).

*Окончание. Начало см. в "Радио", 2000, № 5*

Плату блока управления устанавливают на пяти стойках снаружи на лицевой стороне станции (противоположной стороне, на которой расположен антенный разъем). Затем ее закрывают декоративной панелью с четырьмя бортиками, спаянной из фольгированного стеклотекстолита. В панели предварительно вырезают отверстия под индикаторы, кнопки, оси переменных резисторов и т. д. Для крепления декоративной панели используют еще четыре стойки с резьбой, которые наворачивают на стойки, крепящие плату блока управления к радиостанции.

Преобразователь кода для радиостанции "Маяк" собран на печатной плате размерами 74x19 мм (**рис. 7**) из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5 мм.

Перед установкой платы преобразователя в синтезатор радиостанции необходимо убедиться, что на плате синтезатора имеются все контакты разъема для ее подключения. В противном случае нужно впаять недостающие штырьки. На них крепят плату последовательного ввода, которую сверху фиксируют еще двумя стойками, к которым потом крепят экран.

В радиостанции "Транспорт" тактовые импульсы и импульсы данных подаются, как следует из табл. 1, на 1-й и 2-й контакты штатной платы последовательного ввода.

Настройку блока управления производят в следующей последовательности. После включения блока и прохождения импульса сброса на дисплее несколько секунд отображается заставка — "14 ucn", а затем текущая частота, например,

**Таблица 2**

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0000 | 64 | 40 | FF | BA | FE | EA | 05 | 0A | AA | 23 | 80 | 5A | C6 | 20 | 23 | 40 |
| 0010 | 5A | C6 | 22 | 23 | 20 | 5A | C6 | 24 | 23 | 10 | 5A | C6 | 25 | 46 | 27 | 93 |
| 0030 | 48 | B4 | 00 | F9 | AA | BB | FE | EB | 37 | EA | 35 | 0A | AA | 23 | 80 | 5A |
| 0020 | 04 | 29 | 04 | 4B | 93 | 84 | 03 | 04 | 6D | B9 | 50 | 54 | 00 | D4 | 00 | B4 |
| 0040 | C6 | 43 | 93 | 23 | 15 | D9 | C6 | 2B | C9 | 04 | 2B | B9 | 50 | 54 | 30 | D4 |
| 0050 | 00 | B4 | 48 | B4 | 00 | F9 | AA | BB | FE | EB | 59 | EA | 57 | 0A | AA | 23 |
| 0060 | 40 | 5A | C6 | 65 | 93 | 23 | 15 | D9 | C6 | 4D | C9 | 04 | 4D | B8 | 18 | F0 |
| 0070 | A9 | B8 | 19 | F0 | AF | 76 | 79 | 04 | 8C | 97 | B8 | 18 | 23 | 00 | E3 | 70 |
| 0080 | 57 | A0 | B8 | 19 | 23 | 01 | E3 | 70 | 57 | A0 | 04 | 9D | 97 | B8 | 18 | 23 |
| 0090 | 0E | E3 | 70 | 57 | A0 | B8 | 19 | 23 | 0F | E3 | 70 | 57 | A0 | B4 | 48 | 46 |
| 00A0 | 9F | B8 | 18 | F9 | A0 | B8 | 19 | FF | A0 | B4 | 48 | 93 | FF | FF | FF | FF |
| 0200 | B8 | 18 | F0 | 03 | 01 | 57 | A0 | 96 | 0E | B8 | 19 | F0 | 17 | A0 | B8 | 19 |
| 0210 | 23 | 07 | E3 | 37 | 17 | 60 | E6 | 2F | B8 | 18 | 23 | 06 | E3 | 17 | 37 | 17 |
| 0220 | 60 | E6 | 2F | B8 | 18 | 23 | 08 | E3 | A0 | B8 | 19 | 23 | 09 | E3 | A0 | 83 |
| 0230 | 97 | B8 | 18 | F0 | D4 | 8E | 13 | 01 | 57 | D4 | 8E | B8 | 18 | A0 | B8 | 19 |
| 0240 | F0 | D4 | 8E | 13 | 00 | 57 | D4 | 8E | B8 | 19 | A0 | 23 | 09 | E3 | AC | B8 |
| 0250 | 19 | F0 | 37 | 17 | 6C | E6 | 6E | 23 | 08 | E3 | AC | B8 | 18 | F0 | 37 | 6C |
| 0260 | E6 | 6E | B8 | 18 | 23 | 06 | E3 | A0 | B8 | 19 | 23 | 07 | E3 | A0 | 83 | FF |
| 0300 | 01 | 76 | FF | FF | 60 | 01 | 72 | 01 | 20 | 01 | 00 | 00 | 05 | 04 | 00 | 02 |
| 0310 | B7 | 14 | 67 | 57 | D4 | D3 | F3 | 16 | F7 | D7 | F6 | F1 | A3 | 77 | E3 | E2 |
| 0320 | B6 | E6 | B5 | F4 | 70 | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF |
| 0330 | 09 | 08 | 07 | 06 | 05 | 04 | 03 | 02 | 01 | 00 | FF | FF | FF | FF | FF | FF |
| 0340 | 15 | BA | FE | EA | 43 | B8 | 1A | 23 | 01 | A0 | A5 | 23 | 08 | 39 | B8 | 20 |
| 0350 | 23 | 60 | A0 | 18 | 23 | 01 | A0 | 18 | 23 | 60 | A0 | 18 | 23 | 01 | A0 | 18 |
| 0360 | 23 | 60 | A0 | 18 | 23 | 01 | A0 | 18 | 23 | 60 | A0 | 18 | 23 | 01 | A0 | 18 |
| 0370 | 23 | 60 | A0 | 18 | 23 | 01 | A0 | 18 | 23 | 60 | A0 | 18 | 23 | 01 | A0 | 18 |
| 0380 | 23 | 60 | A0 | 18 | 23 | 01 | A0 | 18 | 23 | 60 | A0 | 18 | 23 | 01 | A0 | 18 |
| 0390 | 23 | 60 | A0 | 18 | 23 | 01 | A0 | 18 | 23 | 60 | A0 | 18 | 23 | 01 | A0 | 18 |
| 03A0 | 23 | 60 | A0 | 18 | 23 | 01 | A0 | 18 | 23 | 60 | A0 | 18 | 23 | 01 | A0 | 18 |
| 03B0 | 23 | 60 | A0 | 18 | 23 | 01 | A0 | 18 | 23 | 60 | A0 | 18 | 23 | 01 | A0 | 18 |
| 03C0 | 23 | 60 | A0 | 18 | 23 | 01 | A0 | 18 | 23 | 60 | A0 | 18 | 23 | 01 | A0 | B8 |
| 03D0 | 18 | 23 | 04 | E3 | A0 | 23 | 05 | 18 | E3 | A0 | B4 | 48 | B8 | 1C | 23 | 00 |
| 03E0 | A0 | 18 | 23 | 31 | A0 | 18 | 23 | 61 | A0 | 18 | 23 | 70 | A0 | B4 | 00 | B9 |
| 03F0 | FE | BA | FE | BB | 04 | E9 | F5 | EA | F5 | EB | F5 | D4 | 00 | B4 | 00 | 05 |
| 0400 | 01 | 84 | 00 | 0A | 53 | 10 | C6 | 03 | BA | FE | 00 | EA | 0A | 0A | AA | 23 |
| 0410 | 10 | 5A | C6 | 16 | 84 | 0D | 84 | 18 | BA | 7E | EA | 1A | B5 | 09 | 76 | 24 |
| 0420 | 43 | 20 | 84 | 26 | 53 | DF | 43 | 08 | 39 | 0A | 53 | 10 | C6 | 29 | 93 | B8 |
| 0430 | 10 | 68 | E3 | 83 | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF |
| 0500 | 09 | 53 | F7 | 39 | AE | B8 | 1F | BD | 04 | BC | 08 | F0 | AB | 23 | 00 | 2B |
| 0510 | 67 | 2B | 00 | F7 | E7 | 53 | 02 | 2E | 53 | 12 | 2E | 4E | 39 | D3 | 01 | 39 |
| 0520 | BA | 08 | EA | 22 | D3 | 01 | 39 | BA | 08 | EA | 29 | EC | 32 | C8 | ED | 34 |
| 0530 | A4 | 36 | A4 | 0D | A4 | 09 | 23 | 08 | 4E | 39 | BA | 08 | EA | 3C | 76 | 44 |
| 0540 | 43 | 20 | A4 | 46 | 53 | DF | 39 | 83 | 09 | AE | B8 | 19 | BD | 02 | BC | 08 |
| 0550 | F0 | AB | 23 | 00 | 2B | F7 | 2B | 67 | 53 | 80 | 2E | 53 | A8 | 2E | 4E | 39 |
| 0560 | D3 | 40 | 39 | BA | 08 | EA | 65 | D3 | 40 | 39 | BA | 05 | EA | 6C | EC | 75 |
| 0570 | C8 | ED | 77 | A4 | 79 | A4 | 52 | A4 | 4E | 23 | 08 | 4E | 39 | BA | 08 | EA |
| 0580 | 7F | 76 | 87 | 43 | 20 | A4 | 89 | 53 | DF | 39 | 83 | FF | FF | FF | FF | FF |
| 0600 | 97 | 23 | 08 | E3 | AD | B8 | 18 | F0 | D4 | 8E | 7D | 57 | D4 | 8E | AA | 23 |
| 0610 | 09 | E3 | AD | B8 | 19 | F0 | D4 | 8E | 7D | 57 | D4 | 8E | AB | 23 | 0A | E3 |
| 0620 | AC | 23 | 0B | E3 | AD | 23 | 0C | E3 | AE | 23 | 0D | E3 | AF | FB | 96 | 33 |
| 0630 | FA | C6 | 6F | FC | C6 | 3D | BC | 00 | FD | 03 | 03 | C4 | 43 | 03 | 05 | AC |
| 0640 | FD | 03 | 02 | AD | 03 | F6 | E6 | 52 | AD | 1E | FE | 03 | F6 | E6 | 52 | BE |
| 0650 | 00 | 1F | 97 | FA | D4 | 8E | 13 | 01 | 57 | D4 | 8E | AA | FB | D4 | 8E | 13 |
| 0660 | 00 | 57 | D4 | 8E | AB | FA | C6 | 6A | C4 | 33 | FB | C6 | 6F | C4 | 33 | FC |
| 0670 | 03 | 10 | E3 | B8 | 1F | A0 | FD | 03 | 10 | E3 | B8 | 1E | A0 | FE | 03 | 10 |
| 0680 | E3 | B8 | 1D | A0 | FF | 03 | 10 | E3 | 43 | 08 | B8 | 1C | A0 | 83 | A8 | 53 |
| 0690 | 0F | 43 | 30 | E3 | 28 | 47 | 53 | 0F | 43 | 30 | E3 | 47 | 48 | 83 | FF | FF |
| 07E0 | 43 | 6F | 70 | 79 | 72 | 69 | 67 | 68 | 74 | 20 | 52 | 41 | 39 | 55 | 43 | 4E |
| 07F0 | 58 | 58 | 58 | 20 | 44 | 45 | 4D | 4F | FF | FF | FF | FF | FF | FF | 48 | 4C |

00B0-01FF
0270-02FF
0440-04FF
0590-05FF
06A0-07DF

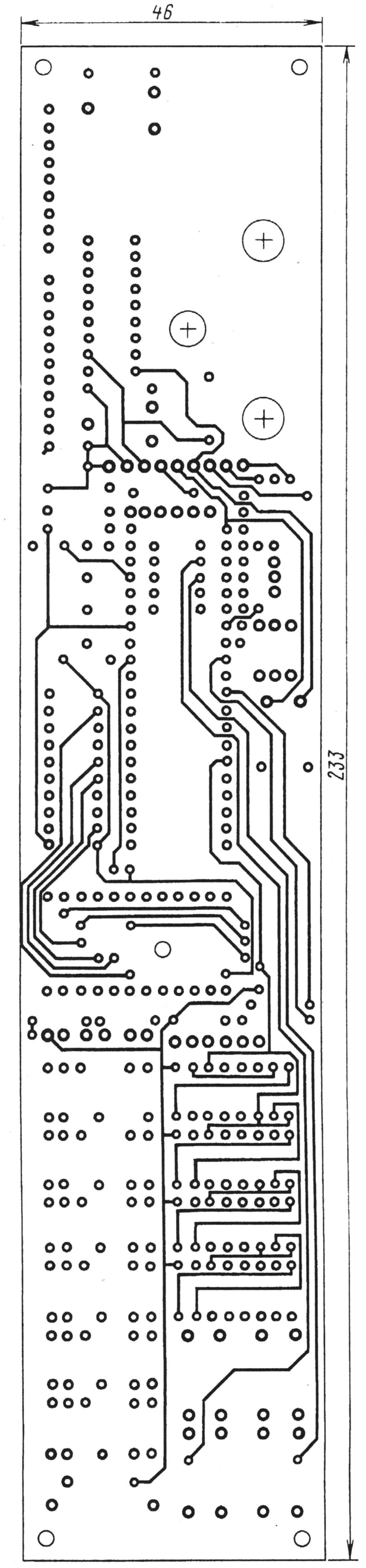



Рис. 4

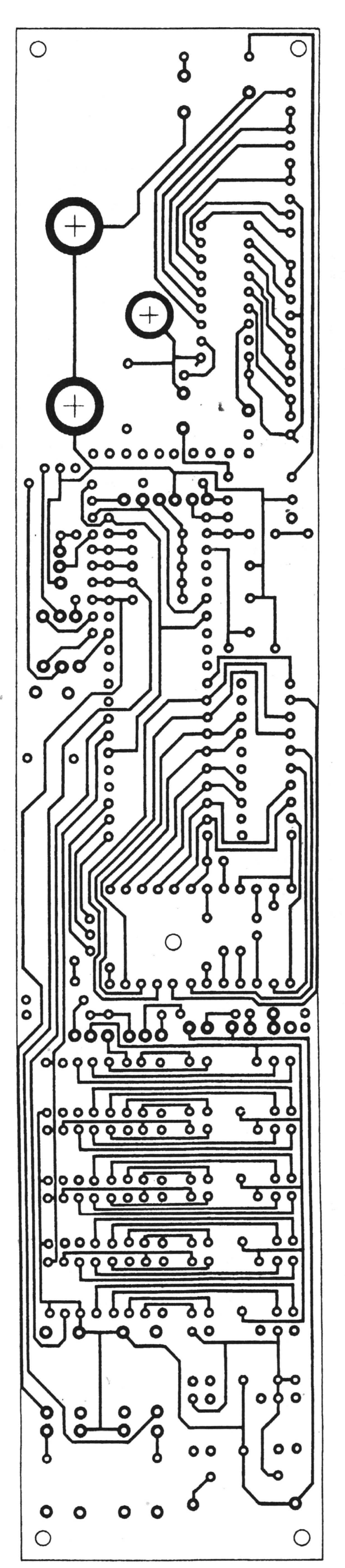


Рис. 5

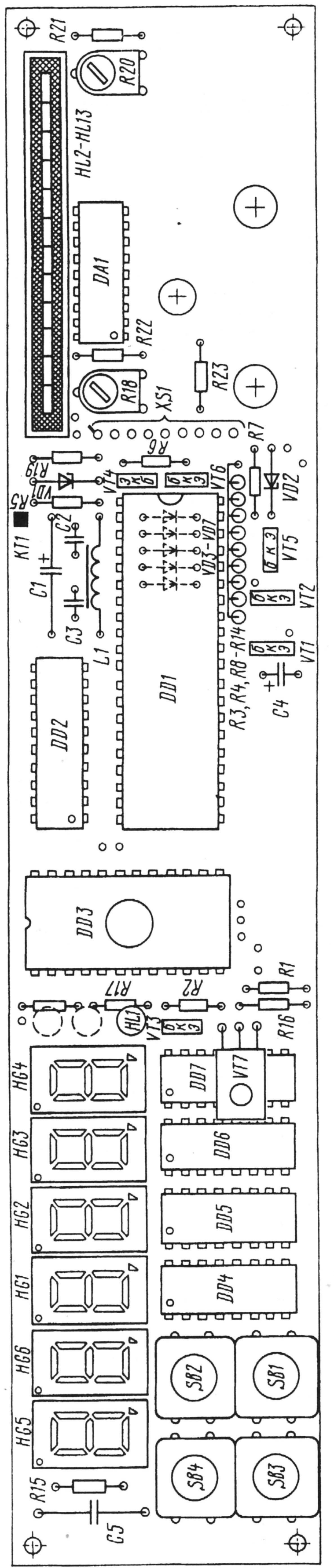



Рис. 6

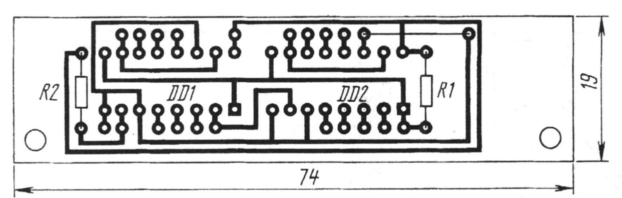



Рис. 7

**Таблица 3**

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0000 | 64 | 40 | FF | BA | FE | EA | 05 | 0A | AA | 23 | 80 | 5A | C6 | 20 | 23 | 40 |
| 0010 | 5A | C6 | 22 | 23 | 20 | 5A | C6 | 24 | 23 | 10 | 5A | C6 | 25 | 46 | 27 | 93 |
| 0020 | 04 | 29 | 04 | 4B | 93 | 84 | 03 | 04 | 6D | B9 | 50 | 54 | 00 | D4 | 00 | B4 |
| 0030 | 48 | B4 | 00 | F9 | AA | BB | FE | EB | 37 | EA | 35 | 0A | AA | 23 | 80 | 5A |
| 0040 | C6 | 43 | 93 | 23 | 15 | D9 | C6 | 2B | C9 | 04 | 2B | B9 | 50 | 54 | 30 | D4 |
| 0050 | 00 | B4 | 48 | B4 | 00 | F9 | AA | BB | FE | EB | 59 | EA | 57 | 0A | AA | 23 |
| 0060 | 40 | 5A | C6 | 65 | 93 | 23 | 15 | D9 | C6 | 4D | C9 | 04 | 4D | B8 | 18 | F0 |
| 0070 | A9 | B8 | 19 | F0 | AF | 76 | 79 | 04 | 8C | 97 | B8 | 18 | 23 | 00 | E3 | 70 |
| 0080 | 57 | A0 | B8 | 19 | 23 | 01 | E3 | 70 | 57 | A0 | 04 | 9D | 97 | B8 | 18 | 23 |
| 0090 | 0E | E3 | 70 | 57 | A0 | B8 | 19 | 23 | 0F | E3 | 70 | 57 | A0 | B4 | 48 | 46 |
| 00A0 | 9F | B8 | 18 | F9 | A0 | B8 | 19 | FF | A0 | B4 | 48 | 93 | FF | FF | FF | FF |
| 0200 | B8 | 18 | F0 | 03 | 01 | 57 | A0 | 96 | 0E | B8 | 19 | F0 | 17 | A0 | B8 | 19 |
| 0210 | 23 | 07 | E3 | 37 | 17 | 60 | E6 | 2F | B8 | 18 | 23 | 06 | E3 | 17 | 37 | 17 |
| 0220 | 60 | E6 | 2F | B8 | 18 | 23 | 08 | E3 | A0 | B8 | 19 | 23 | 09 | E3 | A0 | 83 |
| 0230 | 97 | B8 | 18 | F0 | D4 | 8E | 13 | 01 | 57 | D4 | 8E | B8 | 18 | A0 | B8 | 19 |
| 0240 | F0 | D4 | 8E | 13 | 00 | 57 | D4 | 8E | B8 | 19 | A0 | 23 | 09 | E3 | AC | B8 |
| 0250 | 19 | F0 | 37 | 17 | 6C | E6 | 6E | 23 | 08 | E3 | AC | B8 | 18 | F0 | 37 | 6C |
| 0260 | E6 | 6E | B8 | 18 | 23 | 06 | E3 | A0 | B8 | 19 | 23 | 07 | E3 | A0 | 83 | FF |
| 0300 | 04 | 04 | FF | FF | 92 | 53 | 04 | 54 | 52 | 53 | 00 | 00 | 05 | 04 | 28 | 04 |
| 0310 | B7 | 14 | 67 | 57 | D4 | D3 | F3 | 16 | F7 | D7 | F6 | F1 | A3 | 77 | E3 | E2 |
| 0320 | B6 | E6 | B5 | F4 | 70 | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF |
| 0330 | 09 | 08 | 07 | 06 | 05 | 04 | 03 | 02 | 01 | 00 | FF | FF | FF | FF | FF | FF |
| 0340 | 15 | BA | FE | EA | 43 | B8 | 1A | 23 | 01 | A0 | A5 | 23 | 08 | 39 | B8 | 20 |
| 0350 | 23 | 92 | A0 | 18 | 23 | 53 | A0 | 18 | 23 | 92 | A0 | 18 | 23 | 53 | A0 | 18 |
| 0360 | 23 | 92 | A0 | 18 | 23 | 53 | A0 | 18 | 23 | 92 | A0 | 18 | 23 | 53 | A0 | 18 |
| 0370 | 23 | 92 | A0 | 18 | 23 | 53 | A0 | 18 | 23 | 92 | A0 | 18 | 23 | 53 | A0 | 18 |
| 0380 | 23 | 92 | A0 | 18 | 23 | 53 | A0 | 18 | 23 | 92 | A0 | 18 | 23 | 53 | A0 | 18 |
| 0390 | 23 | 92 | A0 | 18 | 23 | 53 | A0 | 18 | 23 | 92 | A0 | 18 | 23 | 53 | A0 | 18 |
| 03A0 | 23 | 92 | A0 | 18 | 23 | 53 | A0 | 18 | 23 | 92 | A0 | 18 | 23 | 53 | A0 | 18 |
| 03B0 | 23 | 92 | A0 | 18 | 23 | 53 | A0 | 18 | 23 | 92 | A0 | 18 | 23 | 53 | A0 | 18 |
| 03C0 | 23 | 92 | A0 | 18 | 23 | 53 | A0 | 18 | 23 | 92 | A0 | 18 | 23 | 53 | A0 | B8 |
| 03D0 | 18 | 23 | 04 | E3 | A0 | 23 | 05 | 18 | E3 | A0 | B4 | 48 | B8 | 1C | 23 | 00 |
| 03E0 | A0 | 18 | 23 | 31 | A0 | 18 | 23 | 61 | A0 | 18 | 23 | 70 | A0 | B4 | 00 | B9 |
| 03F0 | FE | BA | FE | BB | 04 | E9 | F5 | EA | F5 | EB | F5 | D4 | 00 | B4 | 00 | 05 |
| 0400 | 01 | 84 | 00 | 0A | 53 | 10 | C6 | 03 | BA | FE | 00 | EA | 0A | 0A | AA | 23 |
| 0410 | 10 | 5A | C6 | 16 | 84 | 0D | 84 | 18 | BA | 7E | EA | 1A | B5 | 09 | 76 | 24 |
| 0420 | 43 | 20 | 84 | 26 | 53 | DF | 43 | 08 | 39 | 0A | 53 | 10 | C6 | 29 | 93 | B8 |
| 0430 | 10 | 68 | E3 | 83 | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF |
| 0500 | 09 | 53 | F7 | 39 | AE | B8 | 1F | BD | 04 | BC | 08 | F0 | AB | 23 | 00 | 2B |
| 0510 | 67 | 2B | 00 | F7 | E7 | 53 | 02 | 2E | 53 | 12 | 2E | 4E | 39 | D3 | 01 | 39 |
| 0520 | BA | 08 | EA | 22 | D3 | 01 | 39 | BA | 08 | EA | 29 | EC | 32 | C8 | ED | 34 |
| 0530 | A4 | 36 | A4 | 0D | A4 | 09 | 23 | 08 | 4E | 39 | BA | 08 | EA | 3C | 76 | 44 |
| 0540 | 43 | 20 | A4 | 46 | 53 | DF | 39 | 83 | 09 | AE | B8 | 19 | BD | 02 | BC | 08 |
| 0550 | F0 | AB | 23 | 00 | 2B | F7 | 2B | 67 | 53 | 80 | 2E | 53 | A8 | 2E | 4E | 39 |
| 0560 | D3 | 40 | 39 | BA | 08 | EA | 65 | D3 | 40 | 39 | BA | 05 | EA | 6C | EC | 75 |
| 0570 | C8 | ED | 77 | A4 | 79 | A4 | 52 | A4 | 4E | 23 | 08 | 4E | 39 | BA | 08 | EA |
| 0580 | 7F | 76 | 87 | 43 | 20 | A4 | 89 | 53 | DF | 39 | 83 | FF | FF | FF | FF | FF |
| 0600 | 97 | 23 | 08 | E3 | AD | B8 | 18 | F0 | D4 | 8E | 7D | 57 | D4 | 8E | AA | 23 |
| 0610 | 09 | E3 | AD | B8 | 19 | F0 | D4 | 8E | 7D | 57 | D4 | 8E | AB | 23 | 0A | E3 |
| 0620 | AC | 23 | 0B | E3 | AD | 23 | 0C | E3 | AE | 23 | 0D | E3 | AF | FB | 96 | 33 |
| 0630 | FA | C6 | 6F | FC | C6 | 3D | BC | 00 | FD | 03 | 03 | C4 | 43 | 03 | 05 | AC |
| 0640 | FD | 03 | 02 | AD | 03 | F6 | E6 | 52 | AD | 1E | FE | 03 | F6 | E6 | 52 | BE |
| 0650 | 00 | 1F | 97 | FA | D4 | 8E | 13 | 01 | 57 | D4 | 8E | AA | FB | D4 | 8E | 13 |
| 0660 | 00 | 57 | D4 | 8E | AB | FA | C6 | 6A | C4 | 33 | FB | C6 | 6F | C4 | 33 | FC |
| 0670 | 03 | 10 | E3 | B8 | 1F | A0 | FD | 03 | 10 | E3 | B8 | 1E | A0 | FE | 03 | 10 |
| 0680 | E3 | B8 | 1D | A0 | FF | 03 | 10 | E3 | 43 | 08 | B8 | 1C | A0 | 83 | A8 | 53 |
| 0690 | 0F | 43 | 30 | E3 | 28 | 47 | 53 | 0F | 43 | 30 | E3 | 47 | 48 | 83 | FF | FF |
| 07E0 | 43 | 6F | 70 | 79 | 72 | 69 | 67 | 68 | 74 | 20 | 52 | 41 | 39 | 55 | 43 | 4E |
| 07F0 | 58 | 58 | 58 | 20 | 44 | 45 | 4D | 4F | FF | FF | FF | FF | FF | FF | 48 | 4C |

00B0-01FF
0270-02FF
0440-04FF
0590-05FF
06A0-07DF

**Таблица 4**

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0000 | 64 | 40 | FF | BA | FE | EA | 05 | 0A | AA | 23 | 80 | 5A | C6 | 20 | 23 | 40 |
| 0010 | 5A | C6 | 22 | 23 | 20 | 5A | C6 | 24 | 23 | 10 | 5A | C6 | 25 | 46 | 27 | 93 |
| 0020 | 04 | 29 | 04 | 4B | 93 | 84 | 03 | 04 | 6D | B9 | 50 | 54 | 00 | D4 | 00 | B4 |
| 0030 | 48 | B4 | 00 | F9 | AA | BB | FE | EB | 37 | EA | 35 | 0A | AA | 23 | 80 | 5A |
| 0040 | C6 | 43 | 93 | 23 | 15 | D9 | C6 | 2B | C9 | 04 | 2B | B9 | 50 | 54 | 30 | D4 |
| 0050 | 00 | B4 | 48 | B4 | 00 | F9 | AA | BB | FE | EB | 59 | EA | 57 | 0A | AA | 23 |
| 0060 | 40 | 5A | C6 | 65 | 93 | 23 | 15 | D9 | C6 | 4D | C9 | 04 | 4D | B8 | 18 | F0 |
| 0070 | A9 | B8 | 19 | F0 | AF | 76 | 79 | 04 | 8C | 97 | B8 | 18 | 23 | 00 | E3 | 70 |
| 0080 | 57 | A0 | B8 | 19 | 23 | 01 | E3 | 70 | 57 | A0 | 04 | 9D | 97 | B8 | 18 | 23 |
| 0090 | 0E | E3 | 70 | 57 | A0 | B8 | 19 | 23 | 0F | E3 | 70 | 57 | A0 | B4 | 48 | 46 |
| 00A0 | 9F | B8 | 18 | F9 | A0 | B8 | 19 | FF | A0 | B4 | 48 | 93 | FF | FF | FF | FF |
| 0200 | B8 | 18 | F0 | 03 | 01 | 57 | A0 | 96 | 0E | B8 | 19 | F0 | 17 | A0 | B8 | 19 |
| 0210 | 23 | 07 | E3 | 37 | 17 | 60 | E6 | 2F | B8 | 18 | 23 | 06 | E3 | 17 | 37 | 17 |
| 0220 | 60 | E6 | 2F | B8 | 18 | 23 | 08 | E3 | A0 | B8 | 19 | 23 | 09 | E3 | A0 | 83 |
| 0230 | 97 | B8 | 18 | F0 | D4 | 8E | 13 | 01 | 57 | D4 | 8E | B8 | 18 | A0 | B8 | 19 |
| 0240 | F0 | D4 | 8E | 13 | 00 | 57 | D4 | 8E | B8 | 19 | A0 | 23 | 09 | E3 | AC | B8 |
| 0250 | 19 | F0 | 37 | 17 | 6C | E6 | 6E | 23 | 08 | E3 | AC | B8 | 18 | F0 | 37 | 6C |
| 0260 | E6 | 6E | B8 | 18 | 23 | 06 | E3 | A0 | B8 | 19 | 23 | 07 | E3 | A0 | 83 | FF |
| 0300 | 04 | 04 | FF | FF | 92 | 53 | 04 | 54 | 52 | 53 | 00 | 00 | 05 | 04 | 28 | 04 |
| 0310 | B7 | 14 | 67 | 57 | D4 | D3 | F3 | 16 | F7 | D7 | F6 | F1 | A3 | 77 | E3 | E2 |
| 0320 | B6 | E6 | B5 | F4 | 70 | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF |
| 0330 | 09 | 08 | 07 | 06 | 05 | 04 | 03 | 02 | 01 | 00 | FF | FF | FF | FF | FF | FF |
| 0340 | 15 | BA | FE | EA | 43 | B8 | 1A | 23 | 01 | A0 | A5 | 23 | 08 | 39 | B8 | 20 |
| 0350 | 23 | 92 | A0 | 18 | 23 | 53 | A0 | 18 | 23 | 92 | A0 | 18 | 23 | 53 | A0 | 18 |
| 0360 | 23 | 92 | A0 | 18 | 23 | 53 | A0 | 18 | 23 | 92 | A0 | 18 | 23 | 53 | A0 | 18 |
| 0370 | 23 | 92 | A0 | 18 | 23 | 53 | A0 | 18 | 23 | 92 | A0 | 18 | 23 | 53 | A0 | 18 |
| 0380 | 23 | 92 | A0 | 18 | 23 | 53 | A0 | 18 | 23 | 92 | A0 | 18 | 23 | 53 | A0 | 18 |
| 0390 | 23 | 92 | A0 | 18 | 23 | 53 | A0 | 18 | 23 | 92 | A0 | 18 | 23 | 53 | A0 | 18 |
| 03A0 | 23 | 92 | A0 | 18 | 23 | 53 | A0 | 18 | 23 | 92 | A0 | 18 | 23 | 53 | A0 | 18 |
| 03B0 | 23 | 92 | A0 | 18 | 23 | 53 | A0 | 18 | 23 | 92 | A0 | 18 | 23 | 53 | A0 | 18 |
| 03C0 | 23 | 92 | A0 | 18 | 23 | 53 | A0 | 18 | 23 | 92 | A0 | 18 | 23 | 53 | A0 | B8 |
| 03D0 | 18 | 23 | 04 | E3 | A0 | 23 | 05 | 18 | E3 | A0 | B4 | 48 | B8 | 1C | 23 | 00 |
| 03E0 | A0 | 18 | 23 | 31 | A0 | 18 | 23 | 61 | A0 | 18 | 23 | 70 | A0 | B4 | 00 | B9 |
| 03F0 | FE | BA | FE | BB | 04 | E9 | F5 | EA | F5 | EB | F5 | D4 | 00 | B4 | 00 | 05 |
| 0400 | 01 | 84 | 00 | 0A | 53 | 10 | C6 | 03 | BA | FE | 00 | EA | 0A | 0A | AA | 23 |
| 0410 | 10 | 5A | C6 | 16 | 84 | 0D | 84 | 18 | BA | 7E | EA | 1A | B5 | 09 | 76 | 24 |
| 0420 | 43 | 20 | 84 | 26 | 53 | DF | 43 | 08 | 39 | 0A | 53 | 10 | C6 | 29 | 93 | B8 |
| 0430 | 10 | 68 | E3 | 83 | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF | FF |
| 0500 | 09 | 53 | F7 | 39 | AE | B8 | 1F | BD | 04 | BC | 08 | F0 | AB | 23 | 00 | 2B |
| 0510 | 67 | 2B | 00 | F7 | E7 | 53 | 02 | 2E | 53 | 12 | 2E | 4E | 39 | D3 | 01 | 39 |
| 0520 | BA | 08 | EA | 22 | D3 | 01 | 39 | BA | 08 | EA | 29 | EC | 32 | C8 | ED | 34 |
| 0530 | A4 | 36 | A4 | 0D | A4 | 09 | 23 | 08 | 4E | 39 | BA | 08 | EA | 3C | 76 | 44 |
| 0540 | 43 | 20 | A4 | 46 | 53 | DF | 39 | 83 | 09 | AE | B8 | 19 | BD | 02 | BC | 08 |
| 0550 | F0 | AB | 23 | 00 | 2B | F7 | 2B | 67 | 53 | 80 | 2E | 53 | A8 | 2E | 4E | 39 |
| 0560 | D3 | 40 | 39 | BA | 08 | EA | 65 | D3 | 40 | 39 | BA | 05 | EA | 6C | EC | 75 |
| 0570 | C8 | ED | 77 | A4 | 79 | A4 | 52 | A4 | 4E | 23 | 08 | 4E | 39 | BA | 08 | EA |
| 0580 | 7F | 76 | 87 | 43 | 20 | A4 | 89 | 53 | DF | 39 | 83 | FF | FF | FF | FF | FF |
| 0600 | 97 | 23 | 08 | E3 | AD | B8 | 18 | F0 | D4 | 8E | 7D | 57 | D4 | 8E | AA | 23 |
| 0610 | 09 | E3 | AD | B8 | 19 | F0 | D4 | 8E | 7D | 57 | D4 | 8E | AB | 23 | 0A | E3 |
| 0620 | AC | 23 | 0B | E3 | AD | 23 | 0C | E3 | AE | 23 | 0D | E3 | AF | FB | 96 | 33 |
| 0630 | FA | C6 | 6F | FC | C6 | 3D | BC | 00 | FD | 03 | 03 | C4 | 43 | 03 | 05 | AC |
| 0640 | FD | 03 | 02 | AD | 03 | F6 | E6 | 52 | AD | 1E | FE | 03 | F6 | E6 | 52 | BE |
| 0650 | 00 | 1F | 97 | FA | D4 | 8E | 13 | 01 | 57 | D4 | 8E | AA | FB | D4 | 8E | 13 |
| 0660 | 00 | 57 | D4 | 8E | AB | FA | C6 | 6A | C4 | 33 | FB | C6 | 6F | C4 | 33 | FC |
| 0670 | 03 | 10 | E3 | B8 | 1F | A0 | FD | 03 | 10 | E3 | B8 | 1E | A0 | FE | 03 | 10 |
| 0680 | E3 | B8 | 1D | A0 | FF | 03 | 10 | E3 | 43 | 08 | B8 | 1C | A0 | 83 | A8 | 53 |
| 0690 | 0F | 43 | 30 | E3 | 28 | 47 | 53 | 0F | 43 | 30 | E3 | 47 | 48 | 83 | FF | FF |
| 07E0 | 43 | 6F | 70 | 79 | 72 | 69 | 67 | 68 | 74 | 20 | 52 | 41 | 39 | 55 | 43 | 4E |
| 07F0 | 58 | 58 | 58 | 20 | 44 | 45 | 4D | 4F | FF | FF | FF | FF | FF | FF | 48 | 4C |

00B0-01FF
0270-02FF
0440-04FF
0590-05FF
06A0-07DF

“145500”. Если этого не произойдет, необходимо тщательно проверить монтаж (особенно связку “процессор – регистр — ПЗУ” и их исправность). Причина иногда бывает и в регистрах DD4—DD7. Поскольку запись в них происходит последовательно, то при исправных DD5—DD7, но неисправном регистре DD4 дисплей работать все равно не будет, так как данные через него не пройдут.

Перезапись данных в регистры осуществляется во время смены частоты, а также при включении режима передачи. Поэтому проверить наличие импульсов данных на выводе 7 и импульсов

синхронизации на выводе 9 микросхемы DD4 можно осциллографом, переключая блок в режим передачи или циклически изменяя частоту.

При изменении частоты вверх или вниз на один канал не должно быть эффекта "проскакивания" канала, в противном случае следует уменьшить тактовую частоту, использовав дроссель L1 с большей индуктивностью или конденсаторы C2 и C3 большей емкости. Подбором резистора R6 устанавливают такой порог срабатывания шумоподавителя, чтобы при остановке режима сканирования в динамической головке всегда был слышен какой-либо сигнал.

S-метр настраивают подстроечным резистором R18, добиваясь при минимальном уровне сигнала зажигания светодиода HL2, а резистором R20 — зажигания HL13 при максимальном уровне сигнала. Характеристика S-метра получается обычно нелинейной. Здесь можно поэкспериментировать, устанавливая конденсатор C6 большей емкости (до 4,7...10 мкФ). Естественно, что необходимо каждый раз уточнять регулировки S-метра подстроечными резисторами R18 и R20.

При аккуратном монтаже и исправных деталях другой настройки не требуется. Короткие замыкания и обрывы в процессорной части недопустимы, так как обнаружить их крайне сложно.

Для повышения яркости индикаторов рекомендуется на плате блока управления установить питающее напряжение +5...5,1 В (при этом следует учитывать падение напряжения на соединительных проводах) с помощью диодов, которые включают в разрыв цепи, соединяющей средний вывод микросхемы КР142ЕН5А с общим проводом. Но у этого способа есть недостаток — придется изолировать КР142ЕН5А от корпуса радиостанции. Лучший вариант — применить импортные индикаторы, например, той же фирмы Kingbright — SC04-11GWA.

Радиолюбители, интересующиеся более поздними версиями программ этого устройства, могут связаться с автором (E-mail marinsk@kuzbass.net).

Автор выражает признательность RW6HRY за предоставление материалов и поданную идею, а также UA9ULT и RA9UMC за ценные советы и участие в обсуждении конструкции.

***Примечание редакции.*** *Файлы с прошивками ПЗУ имеются на ftp-сервере редакции журнала "Радио" в папке UCN с именами mayak1.bin ("Маяк-1"), mayak2.bin ("Маяк-2"), transp.bin ("Транспорт").*

# GP ДЛЯ ДИАПАЗОНА 80 МЕТРОВ

*Эрнест ОСЬМИНКИН (UA4ANV)*

При изготовлении GP на низкочастотные диапазоны радиолюбители обычно вынуждены выбирать между эффективностью антенны и ее размерами. Поскольку действующая высота GP диапазона 80 метров около 13 м, то следует ожидать, что при оптимальном использовании "удлиняющих" элементов антенна такой длины будет достаточно эффективной. Настроить короткую антенну в резонанс можно концевой емкостной нагрузкой или/и катушкой индуктивности.

Емкостную нагрузку обычно выполняют в виде нескольких проводников, расположенных перпендикулярно полотну излучателя и находящихся у его вершины. Такой вид согласования обеспечивает максимальный КПД антенны и, следовательно, является приоритетным. Из конструктивных соображений длину проводников выбирают не более 0,03λ, что ограничивает возможности этого метода.

Использование катушки индуктивности менее желательно, поскольку она заметно снижает как КПД антенны в целом, так и ее полосу рабочих частот. Однако для эффективного укорочения антенны на практике часто используют оба метода. Потери в катушке можно уменьшить, если выполнить ее в виде одного или двух витков достаточно большого диаметра. Хотя такие катушки индуктивности сложнее в изготовлении, они обеспечивают большую полосу пропускания (при диаметре катушки около 0,01λ она работает частично как излучатель).

Преимущество подобной конструкции еще и в том, что катушка вносит определенную емкость относительно "земли", что дополнительно укорачивает антенну.

Комбинация этих двух методов и использована в антенне для диапазона 80 метров (**рис. 1**). Основание антенны — металлическая труба, выступающая над поверхностью земли на 3 м. В нижней части к основанию присоединены пять радиально расходящихся и углубленных на 10 см в грунт проводов заземления длиной по 25 м. Провода заземления изготовлены из оцинкованной стальной проволоки. В верхней части к основанию подключены шесть радиально расходящихся противовесов длиной по 19 м.

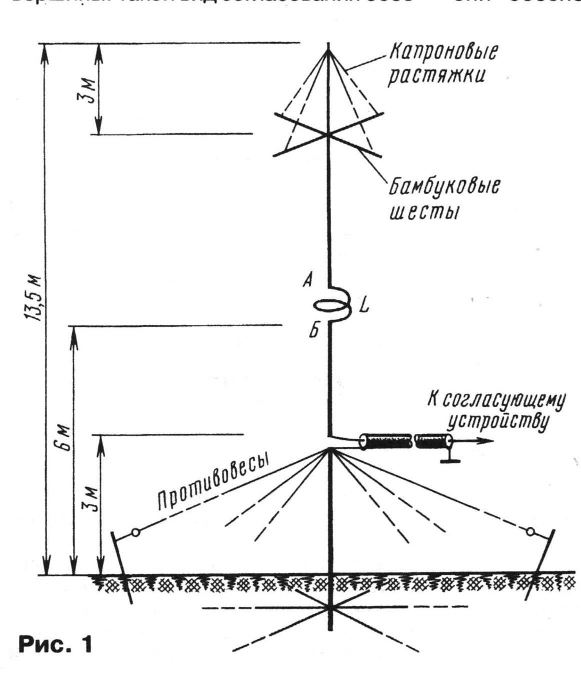


**Рис. 1**

На основании закреплен (через изолятор) излучатель высотой 10,5 м, состоящий из двух отрезков металлических труб длиной 3 м (нижний) и 7,5 м (верхний). Отрезки излучателя механически соединены между собой через изолирующую втулку с крестовиной, на которой расположена катушка индуктивности L.

Конструкция катушки индуктивности L показана на **рис. 2.** В изолирующей втулке закреплены четыре бамбуковые палки длиной 1 м. На концах палок установлены фарфоровые роликовые изоляторы, причем на одной из палок таких изоляторов два. Катушка, изготовленная из антенного канатика диаметром 5 мм, закреплена на этих изоляторах и своими концами подключена к верхней и нижней частям излучателя.

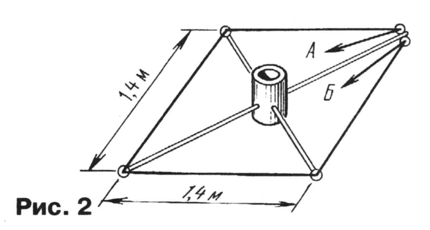


**Рис. 2**

Емкостная нагрузка на вершине излучателя выполнена из четырех электрически соединенных с ним отрезков антенного канатика длиной 2,5 м и диаметром 3...5 мм, растянутых вдоль бамбуковых шестов (рыболовных удилищ). Чтобы эти шесты не прогибались, их поддерживают капроновые шнуры.

Излучатель в рабочем положении удерживают два яруса капроновых растяжек (по четыре в каждом).

Питают антенну 75-омным коаксиальным кабелем длиной 12 м. Между кабелем и трансивером включено согласующее устройство (см. статью "Спиральный" GP для НЧ диапазонов" в "Радио", 2000, № 1, с. 64).

Антенна хорошо показала себя при работе на сверхдальних трассах, обеспечивая связь со всеми континентами. ■

# КОМБИНИРОВАННАЯ АНТЕННА НА ДИАПАЗОНЫ 80 И 20 МЕТРОВ

Эта антенна (**рис. 1**), предложенная японским коротковолновиком JJ7XTV ("CQ ham radio", 1993, June, p. 220—223), не отличается оригинальным радиотехническим решением, но сама конструкция интересна тем, что ее можно установить на самом краю крыши жилого дома. Она состоит из двух электрически независимых антенн: рамки (DELTA LOOP) на диапазон 20 метров и укороченного штыря (GP) на диапазон 80 метров.

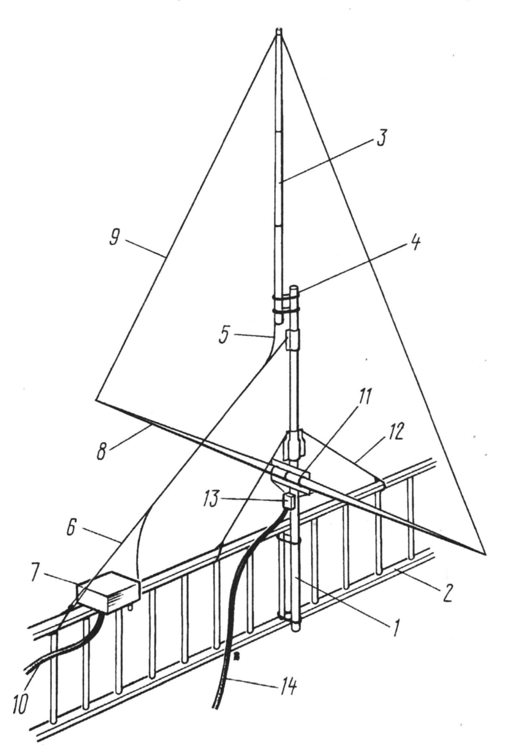



Рис. 1

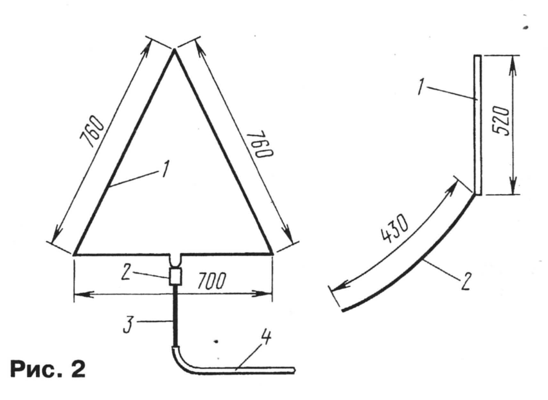



Рис. 2

Мачта 1 длиной около 3 м, поддерживающая DELTA LOOP и часть GP, надежно фиксируется к ограждению 2 на краю крыши. В верхней части к мачте через изолирующие прокладки 4 прикреплен излучатель диапазона 80 метров длиной 5,3 м, составленный из трех отрезков тонкостенных дюралевых труб, которые вставлены одна в другую. К нижней части излучателя 3 присоединен проводник 5 длиной 4,3 м, поддерживаемый диэлектрической растяжкой 6. Он идет к блоку согласования 7. В нижней части мачты 1, чуть выше ограждения 2, прикреплена диэлектрическая труба 8. Она состоит из двух удилищ длиной 3,5 м. Эта труба поддерживает нижнюю часть рамки 9. В верхней части рамка прикреплена к излучателю диапазона 80 метров через диэлектрическую вставку (на рис. 1 не показана).

На диэлектрической пластине 11, фиксирующей удилища, расположен и согласующий трансформатор 13. Две растяжки 12 дополнительно фиксируют мачту. Антенны питают через отдельные коаксиальные кабели 10 и 14.

Схематически антенны изображены на **рис. 2.** Рамку 1, которая имеет входное сопротивление около 120 Ом, запитывают через симметрирующий трансформатор 2 и трансформирующую четвертьволновую линию 3 с волновым сопротивлением 75 Ом. Кабель питания 4 используется с волновым сопротивлением 50 Ом.

Конструкция верхнего изолятора рамки приведена на **рис. 3.** В верхний отрезок трубы излучателя 1 диапазона 80 метров вставляют стержень 2 из диэлектрика. Винт с гайкой 3 не позволяет стержню провалиться внутрь трубы. В верхней части стержня есть сквозное отверстие 4, через которое проходит провод петли 5.

Согласующее устройство диапазона 80 метров (**рис. 4**) состоит из удлиняющей катушки 8 и дросселя 5. Катушка намотана на каркасе диаметром 6 см и длиной 25 см. Она имеет 50 витков голого медного провода диаметром 1,6 мм. Шаг намотки – 1,6 мм. Оплетку питающего кабеля 4 подключают к концу катушки, а точку их соединения проводником 6 к "земле" – металлическому ограждению. Центральный проводник кабеля подключают к отводу 1 катушки (примерно 1,5 витка, считая от "холодного" конца катушки).

Излучатель тоже подключают к отводу катушки (примерно от 16-го витка). На рис. 4 показано два отвода – 2 и 3. Дело в том, что рабочая полоса частот этого излучателя относительно узкая (из-за заметного укорочения) и для работы в разных концах диапазона приходится изменять точку подключения его к согласующей катушке. Для переключения можно использовать реле.

Поскольку ограждение – это не самая лучшая "земля", то для устранения токов по оплетке питающего коаксиального кабеля введен дроссель 5. Он намотан двумя проводами в изоляции на стержне от магнитной антенны

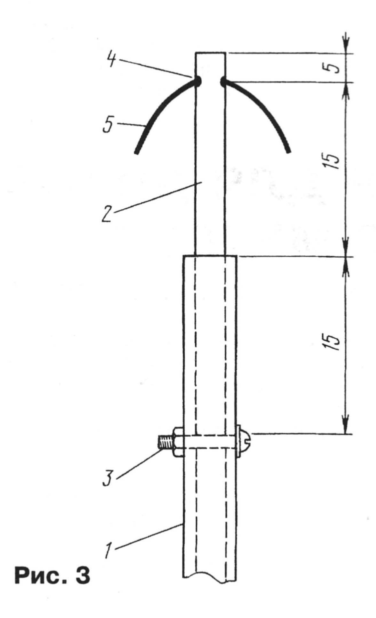



Рис. 3

радиовещательного приемника. Число витков этого дросселя – около 20 (некритично).

Число витков удлиняющей катушки автором было выбрано с запасом для экспериментов, поэтому можно попробовать настроить ее и на диапазоне 160 метров.

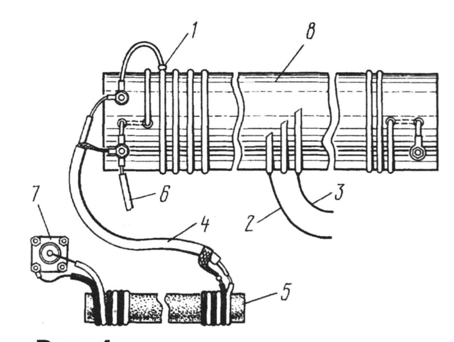



Рис. 4

Заметим, что длина GP близка к четверти длины волны для диапазона 40 метров. Для работы на нем потребуется лишь небольшая удлиняющая катушка, а антенна должна быть относительно эффективна, особенно если на этом диапазоне дополнительно подключить противовесы. ■

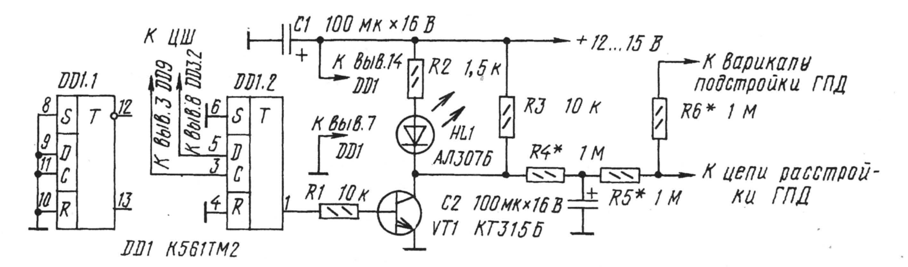
# ЦИФРОВАЯ АПЧ В ГЕТЕРОДИНЕ

*Геннадий ЛАВРЕНТЬЕВ (UR4QDF)*

***Обеспечение стабильности частоты гетеродинов любительских приемно-передающих устройств всегда было актуальной проблемой. Особенно возросли требования к этому параметру с появлением цифровых видов связи. Любительские разработки цифровых синтезаторов частоты, полностью решающие проблему стабильности частоты, не получили пока широкого распространения из-за их относительной сложности. Вместе с тем существуют и более доступные варианты решения этой задачи. Об одном из них рассказывает автор предлагаемой ниже статьи.***

Устройство цифровой автоподстройки частоты (ЦАПЧ) предназначено для использования совместно с универсальной цифровой шкалой (ЦШ), описание которой было приведено в [1]. Применение ЦАПЧ позволяет значительно улучшить стабильность частоты настройки трансивера.

Схема ЦАПЧ приведена на **рисунке.** Перестройка частоты ГПД, который дополнен таким устройством, будет дискретной с шагом 50 или 100 Гц в зависимости от ее подключения к предварительному делителю на DD2, DD3 цифровой шкалы.




Работу схемы, с шагом перестройки 100 Гц, в упрощенной форме можно представить так. Если значение младших разрядов (герцы) измеряемой частоты лежит в интервале 0...49 Гц, то по истечении времени счета на выходе предварительного делителя (вывод 8 DD3.2) будет уровень лог. 0. При дальнейшем повышении частоты на выходе делителя появляется лог.1. Это свойство и используется в работе системы ЦАПЧ. Данный принцип не является новым. Он применялся ранее в других конструкциях, например, в [2].

Рассмотрим случай, когда частота "плывет вверх". При повышении частоты гетеродина трансивера, когда младшие разряды значения частоты попадают в диапазон 50...99 Гц, по истечении времени счета на выходе предварительного делителя ЦШ появится уровень лог. 1. Триггер DD1.2 схемы ЦАПЧ зафиксирует этот уровень и на его выводе 1 также появится лог. 1. Напряжение высокого уровня откроет транзисторный ключ VT1, что приведет к постепенному разряду интегрирующей емкости C2. Напряжение на варикапе подстройки частоты гетеродина уменьшится, и частота ГПД начинает понижаться до тех пор, пока не появится уровень лог. 0 на выводе 1 триггера DD1.2 узла ЦАПЧ. Лог. 0 на этом выводе закрывает транзисторный ключ, и напряжение на интегрирующей емкости и варикапе будет постепенно повышаться. Частота ГПД также начнет повышаться.

Из описания принципа действия системы видно, что она работает при постоянном изменении частоты — "пульсациях", которые будут тем меньше, чем меньше скорость изменения частоты под воздействием системы ЦАПЧ (в пределе скорости ЦАПЧ и собственного ухода частоты ГПД сравняются). В этом случае уменьшать скорость изменения частоты можно, либо увеличив емкость интегрирующего конденсатора C2, либо увеличением номинала резистора R4. При этом надо следить за тем, чтобы она всегда превышала скорость ухода частоты самого ГПД, иначе система ЦАПЧ окажется неработоспособной (не будет захвата и удержания частоты).

Напряжение на интегрирующей емкости C2 может принимать значения от 0 до (0,7...0,9)$U_{пит}$ (верхний и нижний пределы зависят от соотношения номиналов резисторов R4—R6). В зависимости от того, куда "плывет частота", напряжение будет постепенно уменьшаться или увеличиваться в указанном диапазоне, удерживая частоту ГПД. Диапазон перестройки частоты ГПД при изменении напряжения на конденсаторе C2 (в указанных раннее пределах) есть полоса удержания ЦАПЧ.

Если вы проанализируете работу ЦАПЧ в случае, когда частота "плывет вниз", то убедитесь, что она работает аналогично.

Для введения системы ЦАПЧ в ГПД трансивера необходимо выполнить ряд условий.

1. Частота гетеродина должна подаваться на вход $f_1$ (вывод 1 DD1) ЦШ.

2. Расстройка частоты ГПД должна быть не менее ±3,5 кГц.

3. Собственный уход частоты ГПД не должен превышать 200...300 Гц за 5...10 мин.

Так как протекающие процессы очень медленные, работа ЦАПЧ не увеличивает уровень шума ГПД и не ухудшает электрические параметры трансивера.

Расстройка ГПД уменьшается при введении ЦАПЧ примерно в 1,5...2 раза. Если ее сохранение принципиально, то перед подключением ЦАПЧ надо увеличить "растягивающие" емкости в цепи варикапа.

При включенной расстройке "набегает" ошибка в установке исходной частоты, что является неизбежным следствием простоты данной системы. Поэтому в режиме включенной расстройки необходимо контролировать частоту по ЦШ. Сдвиг частоты происходит эпизодически без всякого контроля, но становится маловероятным при небольшой расстройке — 200...300 Гц. Реально достижимые "пульсации" частоты ГПД — 3...5 Гц, что в большинстве случаев вполне приемлемо.

Резистором R4 подбирают постоянную времени интегрирующей цепи по минимальным "пульсациям" частоты при работающей ЦАПЧ (контролируют по частотомеру в режиме индикации единиц герц). От номиналов резисторов R4, R5 и R6 зависят полоса расстройки и ширина полосы удержания ЦАПЧ. Их подбирают (в пределах 1...3 МОм) по требуемой полосе расстройки, с одной стороны, и по надежному удержанию частоты ГПД в течение длительного времени — с другой стороны (контролируют после прогрева трансивера). При нормальной работе ЦАПЧ светодиод HL1 (индикатор работы системы) должен мигать с периодом примерно 4...15 с (зависит от скорости ухода частоты ГПД), а частота ГПД не должна изменяться более чем на ±5 Гц.

Авторский вариант системы ЦАПЧ ГПД имеет следующие характеристики: число используемых входов цифровой шкалы – 2; полоса расстройки ГПД после установки — ±2 кГц (до установки ЦАПЧ — ±3,5 кГц); первоначальный выбег частоты гетеродина ±1 кГц (в зависимости от диапазона); частота стабилизируется через 5...10 мин прогрева трансивера; шаг перестройки частоты ГПД — 50 Гц (вход D триггера DD1.2 системы ЦАПЧ подключен к выходу 5 DD3.1 шкалы).

Система ЦАПЧ работает постоянно (без отключения). Ошибка при установке исходной частоты при включенной расстройке примерно 100 Гц на каждые 5—10 включений "прием-передача". При расстройке 200...300 Гц ошибка в установке частоты маловероятна.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Буравлев В., Вартазарян С., Коломийцев В.** Универсальная цифровая шкала. — Радио, 1990, № 4, с. 28—31.

2. **Лаповок Я.** Высокостабильный ГПД. — Радио, 1989, № 3, с.23—25; № 7, с. 31.





## СОРЕВНОВАНИЯ

**В этом году соревнования «Белое озеро» на призы журнала «Радио» перенесены на осень. Чтобы участники смогли лучше к ним подготовиться, приводим текст положения об этих соревнованиях.**

**Этой публикацией мы преследуем и другую цель. Насколько нам известно, об организации подобных соревнований подумывают энтузиасты любительского эфира в других регионах страны. Мы надеемся, что наша информация подтолкнет их к практическим шагам в этом направлении. Дополнительные сведения о соревнованиях «Белое озеро» и консультацию по вопросам проведения можно получить у Игоря Григорьева (RV3DA). Адрес для переписки: 140011, Московская обл., Коломна-11, аб. ящ. 11. Электронная почта: *rk3dzd@kolomna.ru* .**

### ПОЛОЖЕНИЕ

об очных открытых Всероссийских соревнованиях по любительской радиосвязи на КВ "Белое озеро — 2000" на призы журнала «Радио».

**1. Цели и задачи соревнований.**

Задача соревнований — популяризировать любительскую радиосвязь, совершенствовать мастерство радиооператоров, вырабатывать навыки практической работы на носимых радиостанциях малой мощности, выявить сильнейших спортсменов, а также предоставить участникам возможность выполнения нормативов спортивных разрядов.

**2. Место и время проведения.**

Соревнования будут проходить на озере Белое, п. Белоозерский Воскресенского района Московской области с 8-го по 11 сентября 2000 года.

- Заезд — 8 сентября(пятница).
- Предварительные туры — 9 сентября (суббота).
- Финал и награждение победителей — 10 сентября (воскресенье).

Разъезд — 11 сентября (понедельник).

**3. Участники соревнований.**

Соревнования являются открытыми. В них участвуют как команды, так и спортсмены — индивидуалы (в качестве команды, состоящей из одного спортсмена). Соревнования проводятся одновременно в трех подгруппах:

- взрослые участники;
- старшие школьники (1982 г. рождения и старше);
- младшие школьники (1985 г. рождения и старше).

Участники могут выступать и в более старшей возрастной группе. Для этого перед началом соревнований они должны заявить об этом судейской коллегии. Команда может состоять из 1—3 спортсменов.

**4. Прибытие на соревнования.**

Команды — участники прибывают в район соревнований в день заезда. Капитаны команд представляют судейской коллегии заявки на участие, в которых должны быть данные о каждом члене команды: фамилия, имя, отчество, год рождения и спортивный разряд.

Каждая команда, прибывшая на соревнования, должна иметь с собой:

- заявку на участие в соревнованиях;
- радиостанцию Р-108 (Р-108М) с заряженными аккумуляторами и штыревой антенной длиной 40 см (два колена по 20 см);
- кусок брезента, или другой материи, на котором располагаются участники в ходе соревнований;
- авторучки, карандаши, стержни и бумагу для составления отчета;
- часы (желательно электронные);
- продукты питания.

**5. Порядок проведения соревнований.**

Соревнования состоят из трех туров: двух предварительных и финала. Из каждого предварительного тура в финал выходят участники, занявшие первые 50 % мест по общему для всех подгрупп списку. Вне зависимости от места в общем списке в финал проходят команды, занявшие первые три места среди младших школьников и первые три места среди старших школьников. В финал не выходят участники, показавшие результат, составляющий менее 60 % от лучшего. При этом место в финале занимает команда из другого предварительного тура, выполнившая правило 60 % (лимит в 60 % может быть уточнен по решению судейской коллегии до начала соревнований).

По просьбе представителя группы команд из одного QTH они могут быть разведены в разные предварительные туры.

Перед началом соревнований проводится проверка технического состояния радиостанций (мощность, девиация). Для измерения выходной мощности используется эквивалент антенны и вольтметр. После проведения технического контроля радиостанции должны быть опломбированы, а результаты занесены в протокол технического контроля. Станции, не прошедшие технический контроль, заменяются до начала соревнований. Любые нарушения, связанные с техническим состоянием станций, выявленные после старта соревнований при сохранении пломбы, судейской коллегией не рассматриваются.

За час до начала каждого тура проводится жеребьевка, в ходе которой капитаны команд разыгрывают номера позиций и позывные. Затем проходит сверка часов, уточняется диапазон рабочих частот и команды разводятся по своим позициям.

По прибытии на позицию участники самостоятельно разворачивают радиостанции и в установленное время проходят перекличку, в ходе которой проверяется готовность радиостанции к работе. После окончания переклички по команде судейской коллегии команды приступают к проведению радиосвязей.

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ:**

- менять место позиции без разрешения судейской коллегии;
- устанавливать радиостанции над поверхностью земли выше 1 метра, а также дальше пяти метров от того места, которое указано судейской коллегией;
- использовать любые антенны, кроме штыревых; их длина не должна превышать 40 см;
- использовать любые виды заземления и противовесов;
- применять для питания радиостанции аккумуляторы с повышенным напряжением (например, AgZn);
- вносить изменения в конструкцию станции, приводящие к увеличению выходной мощности или к изменению параметров приемника.

**КОМАНДЫ ИМЕЮТ ПРАВО:**

- использовать две дополнительные пары телефонов с длиной провода не более 1,1 метра;
- применять для питания радиостанции аккумуляторы любых разрешенных типов, устанавливая их рядом со станцией;
- пользоваться технической помощью судейской коллегии;
- использовать нестандартную ручку настройки.

**6. Порядок проведения радиосвязей.**

В ходе соревнований команды-участники обмениваются позывными, а также контрольными номерами, образованными из последних трех цифр номера, принятого во время предыдущей связи, и трех цифр, соответствующих порядковому номеру связи. Первый передаваемый номер вместе с номером позиции и позывным указывается в обобщающем листе, который каждая команда получает непосредственно перед началом соревнований.

На проведение радиосвязей отводится время от одного до двух часов. Оно зависит от количества компьютеров и числа участников соревнований и уточняется перед началом соревнований. Диапазон рабочих частот лежит в пределах участка 28,80...29,7 МГц. Повторные связи разрешается проводить не ранее чем через 5 минут, но этот интервал может быть уточнен по решению судейской коллегии до начала отборочного тура (финала).

*(Окончание следует)*

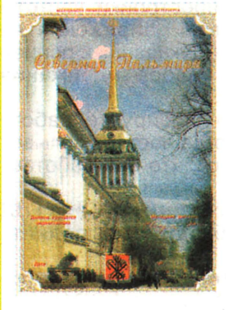
## ДИПЛОМЫ

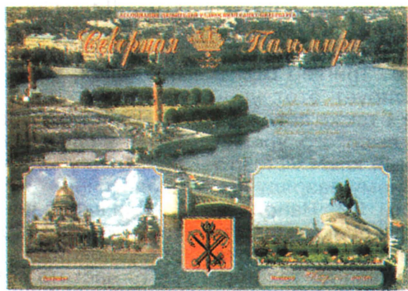
**"Белые ночи"**. Чтобы получить этот диплом, надо набрать в период с 20 мая по 10 июля 50 очков за связи с радиолюбителями Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Соискатели из Европы и радиолюбительских районов России с 1-го по 9-й за каждую связь получают по 2 очка, а из других континентов и 0-го района России – 4 очка. Повторные



QSO не засчитываются. Виды работы и диапазоны – любые. Наблюдателям диплом выдают на аналогичных условиях. Заявку составляют в виде выписки из аппаратного журнала и заверяют в местной радиолюбительской организации или у двух коротковолновиков. Заявку и оплату диплома (почтовый перевод) надо направлять RW1CF по адресу: 188689, Ленинградская обл., Всеволжский район, п. Янино, д. 4/53, кв. 6, Никулину Вениамину Васильевичу. Для соискателей из России оплата диплома – эквивалент 1 USD плюс 5 руб. или 2 IRC, из СНГ – 1,5 USD или 3 IRC, остальных стран мира – 3 USD или 6 IRC.

**"Северная Пальмира"**. Диплом выдают за связи административными районами Санкт-Петербурга (всего их 20). Он состоит из базового диплома (формат А4) и двух дополнительных дипломов (формат А5). Дополнительные дипломы располагают справа и слева от основного, и все вместе они образуют своеобразный триптих. Чтобы получить базовый диплом, соискателям и Европы и 1—9-го радиолюбительских районов России надо установить связи с 10-ю административными районами города, а остальным соискателям – с 8-ю районами. Дополнительные дипломы для первой группы соискателей выдают за связи с 15-ю и 20-ю районами, а второй группы – с 12-ю и 15-ю районами. Виды работы и диапазоны – любые. Ограничений по датам проведения связей нет. Порядок оформления заявки и оплаты этого диплома такой же, как у диплома "Белые ночи". Для соискателей из России оплата диплома – эквивалент 1 USD плюс 5 руб., а дополнительных дипломов — 0,5 USD плюс 5 руб.








# СВЯЗЬ: СРЕДСТВА И СПОСОБЫ

- *От аналоговой сотовой к цифровой*
- *Россия вступает в эру цифрового спутникового телевидения*
- *Европейские проекты сотовых систем доступа*



## ОТ АНАЛОГОВОЙ СОТОВОЙ К ЦИФРОВОЙ

***А. ГОРОХОВСКИЙ, г. Москва***

Пионерами организации сотовой связи в России стали компания "Московская сотовая связь" (МСС — начало 1992 г.), которая выбрала аналоговый стандарт NMT-450, и аналогичная ей (по выбранному стандарту) компания в Санкт-Петербурге. Этим стандартом пользовались также скандинавские страны и ряд восточноевропейских государств. В большей же части Европы применялся цифровой стандарт GSM, имеющий немало преимуществ перед NMT. Поэтому в известной мере понятны критические высказывания (правда, уже после принятия стандарта NMT) о том, что не следовало, мол, внедрять технологически устаревший стандарт, когда во всем мире шел лавинообразный процесс цифровизации электросвязи. Однако при этом критики не учитывали огромные сложности получения в ту пору для гражданской связи частотного ресурса в достаточно высоком частотном диапазоне — он фактически весь был занят для различных служебных целей.

Выделенный Министерству связи России участок в диапазоне 450 МГц был несомненной победой, позволивший приступить к освоению у нас сотовой связи. Ее внедрение в отведенном диапазоне экономило немалые средства, так как требовалось значительно меньше (в четыре-пять раз) необходимых базовых станций (БС), благодаря возможности организации более крупных сот. Дальнейшее совершенствование стандарта NMT-450 позволило расширить спектр услуг, предоставляемых абонентам. Однако по ряду параметров этот стандарт уступает GSM (в частности, по качеству, передаче данных, по международному роумингу).

Сейчас мобильная сотовая связь находится на пороге перехода к третьему ее поколению, который существенно проще осуществить системам стандарта GSM. Сказанное выше снижает конкурентную способность стандарта NMT, кроме того, производители оборудования для сотовой связи все больше ориентируются на современные стандарты.

В течение последних лет МСС в содружестве с другими операторами сотовой связи, использующими стандарт NMT-450, научными организациями занимается изучением возможности перехода с аналогового стандарта на цифровой в диапазоне 450 МГц, который сам по себе имеет, особенно для большого числа регионов России, преимущества по сравнению с более высокочастотными. В начале 2000 г. МСС начала испытания технологии стандарта GSM-400, сетевое оборудование для которой разработано шведской компанией Ericsson, а абонентские терминалы — финской компанией Nokia.

В приводимой **таблице** даются некоторые параметры системы GSM-400, из которой видно, что она работает практически в том же диапазоне 450 МГц, привычном для операторов стандарта NMT. Сохранение же диапазона было одним из условий перехода на стандарт GSM операторов сетей стандарта NMT.

| | |
|---|---|
| Распределение частот | 450,4...457,6 МГц — на передачу<br>460,4...467,6 МГц — на прием<br>478,8...486 МГц — на передачу<br>488,8...496 МГц — на прием |
| Спектр частот | 7 МГц |
| Дуплексное разделение | 10 МГц |
| Возможное покрытие | до 120 км |

Ведутся также тестовые испытания технологии IMT-2000 (группу разработчиков возглавляет американская компания Lucent Technologies). Тестирование этих двух альтернативных технологий позволит выбрать путь наиболее эффективного перехода с аналоговой на цифровую систему. Но, видимо, более целесообразной для нашей страны все же будет европейская система GSM-400, базирующаяся на технологиях сетей GSM, работающих в более высокочастотных диапазонах (900, 1800, 1900 МГц). Они получили наибольшее распространение в мире —

число абонентов сетей GSM превышает 200 млн, а ежедневный прирост примерно 200 тыс.(!). На 1 апреля 2000 г. в России число абонентов стандарта GSM превысило 1 млн, что вполне объяснимо благодаря преимуществам этого стандарта.

Интерес к стандарту NMT снижается и в европейских странах, где он продолжает применяться. Но надо полагать, что там будет происходить продуманный, с учетом интересов абонентов аналоговых сетей, переход на цифровые системы.

Как уже отмечено выше, для России представляет, по-видимому, наибольший интерес система GSM-400. Поэтому остановимся на этом стандарте более подробно. Система обладает рядом заманчивых качеств, упрощающих переход со стандарта NMT на стандарт GSM, а в дальнейшем и переход на сотовую систему третьего поколения.

Системы GSM весьма надежны, предоставляемые услуги — высокого качества. При переходе на GSM можно использовать значительную часть инфраструктуры NMT. Это позволит снизить потребность в развертывании новых площадей и снизить расходы при переходе на новый стандарт, создавать цифровые сети, работающие в двух и трех диапазонах, что во многом облегчает решение проблемы повышения емкости сотовой сети, возникающей в крупных городах, а также последовательно наращивать количество предоставляемых услуг. Усиливается интеграция операторов не только внутри России, но и на международном уровне.

МСС с другими операторами стандарта NMT в сотрудничестве с МТТ, АО "Телеком", научными организациями продолжает работу по изучению целесообразности перехода на систему GSM-400 с тем, чтобы выработать необходимые решения по цифровизации сотовых сетей диапазона 450 МГц. Окончательное решение при этом, естественно, будет принято Минсвязи России, но оно не может не опереться на всю предварительно проделанную работу.

В январе 2000 г. МСС, совместно с компаниями Ericsson и Nokia, провела первый этап опытно-исследовательских работ по технологии GSM-400 с использованием базовой станции GSM-400/1800 компании Ericsson и двухдиапазонных мобильных терминалов Nokia. В ходе этих работ была проверена функциональная работоспособность оборудования, дальность действия радиосвязи, определены максимальные размеры сот в условиях Москвы, взаимное влияние технологий NMT-450 и GSM-400 при их совместной работе. Это был, по существу, первый этап испытания одной из альтернативных технологий по программе масштабной цифровизации сети МСС. Опытные работы должны завершиться во второй половине 2000 г., что создаст возможность ввести цифровую систему в коммерческую эксплуатацию уже в первой половине 2001 г.

Результаты проводимых испытаний определят дальнейшее технологическое развитие сети МСС с использованием основных мировых тенденций совершенствования мобильной связи. Все это создаст возможность предложить абонентам самые современные услуги беспроводной передачи голоса, скоростной передачи данных, беспроводного доступа в сеть Интернет и другие виды услуг. Одновременно с вводом в действие цифровой сети будут продолжены развитие и модернизация действующей сети NMT-450. При этом операторами сетей NMT будут созданы благоприятные условия для добровольной миграции абонентов, заинтересованных в услугах сотовой связи третьего поколения, из аналоговой в цифровую сеть при сохранении высокого качества обслуживания. Конечно, абоненты, имеющие аналоговые терминалы, должны будут перейти на терминалы, принимающие передачи в цифровой форме.

Говоря о стандарте GSM-400 как базовой основе модернизации аналоговой сети NMT-450, важно отметить также интерес самостоятельного использования этого стандарта как низкочастотной части стандартов GSM-900, GSM-1800 и GSM-1900.

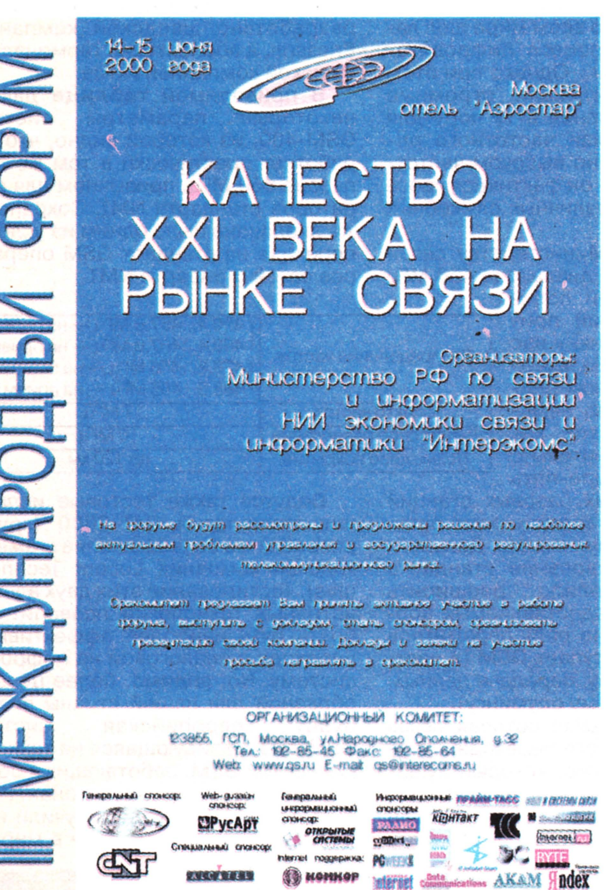
Стандарт GSM-400 обладает очень хорошими характеристиками покрытия и, кроме того, естественно, ему доступно предоставление клиентам всех услуг, характерных для высокочастотных стандартов GSM.

GSM-400 как экономичный вариант развития мобильных сетей особенно эффективен для сельской местности. Он привлекателен также возможностью быстрой организации цифрового доступа, эффективным способом увеличения покрытия и емкости, возможностью ускоренного развертывания новой сети. Стандарт GSM-400 открывает операторам сетей GSM-900 и GSM-1800 возможность с минимальными затратами расширить зону покрытия и емкость, обеспечивая как эффективный междугородный, так и международный роуминг, его внедрение в дополнение к более высокочастотным сетям значительно повышает доходы операторов.

Добавление системы GSM-400 к существующим системам GSM-900 и GSM-1800, расширяя сеть абонентов, позволяет операторам стать многодиапазонными, не затрудняя переход к третьему поколению сотовых сетей, к системам пакетной передачи данных и усовершенствованной системе передачи данных в сетях GSM EDGE (см. "Радио", 1999, № 11, с. 65—67).

GSM-400 обеспечивает широкое покрытие сотовой связи, требуя при этом меньших затрат. Работа на более низких частотах с большими размерами сот позволяет раз в пять сократить число БС, по сравнению со стандартом GSM-1800, и в два раза, если сравнивать со стандартом GSM-900. Сказанное сэкономит от 1/5 до половины возможных расходов. Следует учитывать, что при развертывании сети GSM-400 может быть использовано уже установленное оборудование сетевой инфраструктуры. Это дополнительно снижает расходы оператора при организации низкочастотной сети GSM.

Даже краткий рассказ о системе GSM-400 дает основание считать ее весьма привлекательной для операторов, стремящихся расширить зоны покрытия сотовой связью, существенно снизив при этом затраты по сравнению с расходами при использовании для этой цели существующих более высокочастотных стандартов GSM. ■



# РОССИЯ ВСТУПАЕТ В ЭРУ ЦИФРОВОГО СПУТНИКОВОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ

*Л. КАНТОР, доктор техн. наук, г. Москва*

***Статья посвящена первой в нашей стране цифровой системе непосредственного спутникового телевизионного вещания.***

Более четырех лет в России действует и постоянно развивается система непосредственного спутникового вещания (СНВ) НТВ-Плюс.

С февраля 1999 г. в этой сети начал работу спутник “Бонум-1” (**рис. 1**), специально подготовленный для цифровой передачи. Спутник размещен в точке 36° в. д. геостационарной орбиты.

Современное оборудование цифровой компрессии и цифровой передачи позволяет передать через один ствол (транспондер) спутника вместо одной аналоговой программы до шести цифровых телевизионных, а при статистическом уплотнении — до 8—10 и даже 10—12 (“Радио”, 2000, № 3, с. 67—69). Однако при этом возрастает стоимость оборудования спутника и приемной установки. Когда велись работы по созданию первой сети СНВ, цена цифрового тюнера на мировом рынке была выше 1000, а аналогового — около 50 долл. США. В тех условиях выбор аналогового способа был вполне обоснован. Однако к 1999 г. стоимость цифрового тюнера на мировом рынке опустилась примерно до 200 долл. США. Это позволило принять решение о полном переходе на цифровое вещание, и с 1 ноября 1999 г. аналоговое вещание в сети НТВ-Плюс прекратилось. В настоящее время число абонентов в цифровой сети уже превысило 120 тыс. (конец апреля с. г.).

Преимущества цифрового вещания несомненны. Перечислим некоторые из них. Это — снижение затрат на спутник (в расчете на одну программу) в 6...10 раз; улучшение пороговых свойств приемника (с 7...10 дБ до 5...6 дБ); повышение реального качества изображения и звука. Добавим к сказанному — предоставление потребителю дополнительных услуг (воспроизведение программы передач на экране телевизора, удобный выбор каналов, возможность введения пароля и возрастного ограничения телезрителей, звуковое сопровождение на нескольких языках, передача данных, изменение программного обеспечения приемников по эфиру и т. д.).

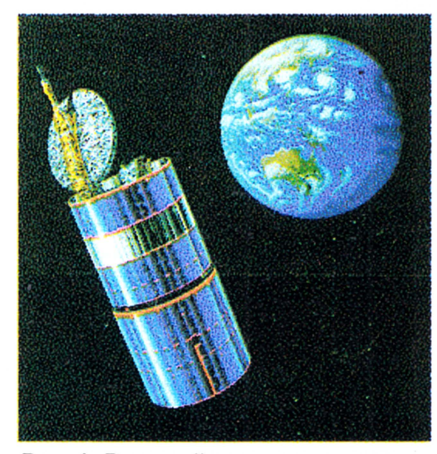


**Рис. 1. Внешний вид спутника**

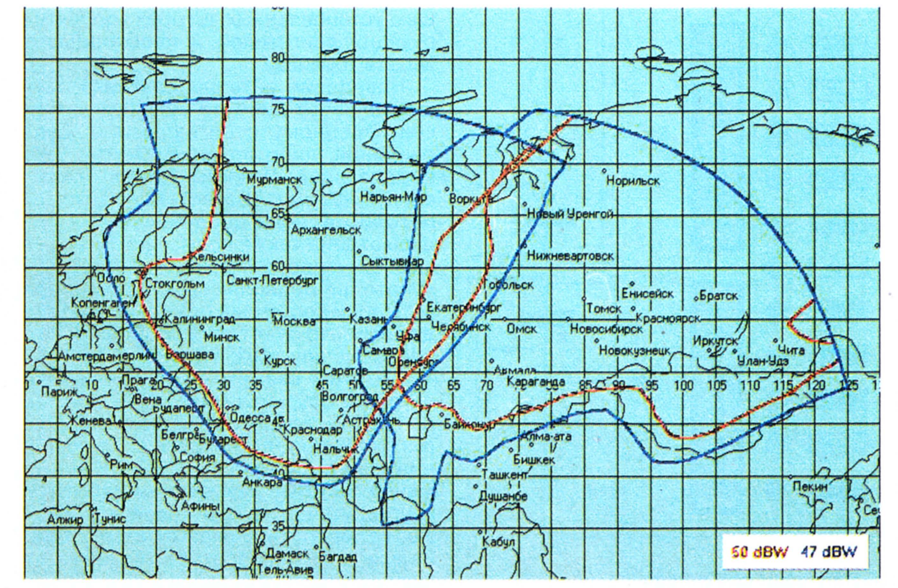



**Рис. 2. Зоны вещания спутников, расположенных на позициях 36° в. д. и 56° в. д. Уверенный прием на антенны диаметром 60 и 90 см, ЭИИМ 50 и 47 дБВт**

Принципиальным является вопрос — на какой вид приема ориентироваться: на индивидуальный или коллективный? Если ограничиться только коллективным приемом, то можно уменьшить мощность спутника (в расчете на большой размер приемной антенны), однако при этом будет потеряна часть потенциальной аудитории. Даже в Европе, при широком развитии кабельных сетей, число индивидуальных спутниковых абонентов составляет почти 50 %. Следует также учитывать, что в России практически отсутствует опыт функционирования платных кабельных сетей и договорных отношений между вещателем и владельцем кабельной сети. Поэтому необходимость индивидуального приема представляется очевидной, что, конечно, не исключает коллективного приема.

Массовый характер сети СНВ, необходимость передачи сигналов “открытия” по эфиру, широко распространенный опыт “хакеров” (компьютерщиков, вскрывающих почти любой код) заставляет применять сложные системы закрытия (точнее, ограничения доступа к программе — так называемый условный доступ). Сейчас в цифровой сети СНВ используется цифровая система закрытия Viaccess фирмы France Telecom (Франция); фактов их “пиратского” раскрытия пока не обнаружено, а в случае, если это произойдет, меры противодействия предусмотрены.

Выбор основных энергетических параметров системы СНВ в наши дни обусловлен многолетним опытом создания спутников в России и других странах, а также имеющимся на рынке массовым приемным оборудованием, целесообразным размером антенн приемной установки. Для системы НТВ-Плюс было решено использовать спутник с ЭИИМ 50-48 дБВт, что при современных малошумящих усилителях и тюнерах с улучшенными пороговыми свойствами соответствует приемным антеннам диаметром 45...60 см. При зоне покрытия, соответствующей европейской части России, это означает, что мощность ствола на спутнике должна составлять 80...100 Вт.

Существенное значение при создании этой системы имел выбор полосы частот. СНВ можно осуществлять как в полосе частот, специально для этого выделенной (11,7...12,5 ГГц на линии вниз), так и в полосах фиксированной спутниковой службы (ФСС), например, в диапазоне Ku 10,7...11,7 ГГц. В полосе СНВ каждой стране международным планом выделены определенные позиции на геостационарной орбите (России — позиции 36°, 56°, 86°, 110°, 140° в. д.) и определенная часть полосы частот (Россия имеет в четырех точках из указанных выше полосу частот для 16 стволов при использовании двух поляризаций). В каждой из точек можно разместить спутник, обслуживающий определенную зону в пределах национальной территории.

В полосах же ФСС заранее составленного Плана нет, занятие точки на геостационарной орбите (ГО) и полосы осуществляется по правилам Регламента радиосвязи на основе заявления

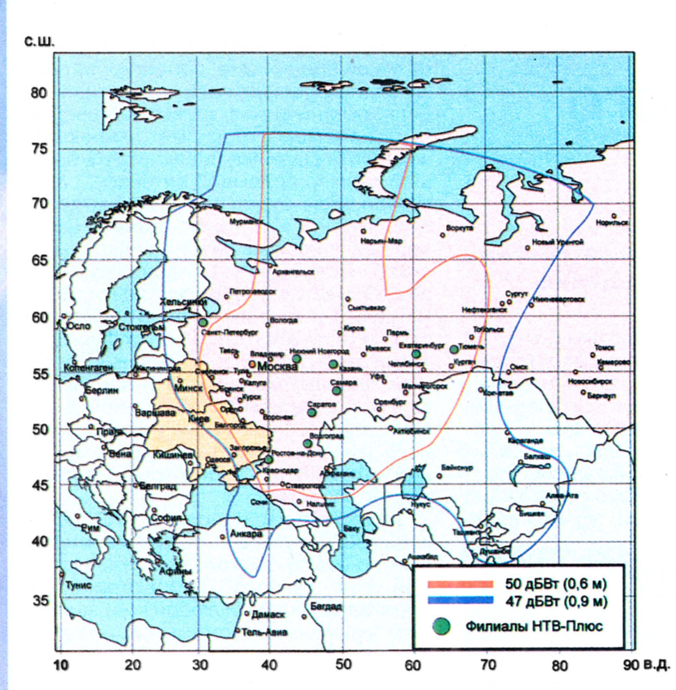



**Рис. 3. Зоны вещания спутника "Бонум-1" в точке 36° в. д.**
**Уверенный прием на антенны диаметром 60 и 90 см, ЭИИМ 50 и 47 дБВт**

в Международном союзе электросвязи (МСЭ) и процесса координации с затронутыми странами, ограничений национальной территории нет. Однако время использования заявленной и скоординированной позиции ограничено пятью-шестью годами. Россия имеет ряд согласованных и еще действующих заявок в полосе Ku.

Для размещения нашего спутника Государственной комиссией по радиочастотам было выдано разрешение на использование позиций 36° и 56° в. д. диапазона СНВ. Размещение спутника в позиции 36° в. д. является эффективным способом сохранения этого присвоения при предполагаемом пересмотре плана. В мае в эту позицию намечен запуск спутника W4 Eutelsat, на котором арендуется 16 стволов и перевод нынешнего спутника на позицию 56° в. д., что расширит зону обслуживания на восток (**рис. 2 и 3**).

Весьма важен выбор стандарта передачи телевидения в цифровой форме. Большинство сетей СНВ использует для компрессии телевизионных сигналов стандарт MPEG-2 (см., например, указанную выше статью в журнале "Радио"). Многие имеющиеся на рынке приемные устройства (а на европейском рынке все) также выполнены по стандарту MPEG-2. Этот стандарт допускает достаточную гибкость в построении оборудования и обеспечивает совместимость между приемным и передающим оборудованием различных производителей. Качество восстановленного на приеме изображения получается достаточно высоким. На этом основании и выбрана аппаратура компрессии по стандарту MPEG-2.

Для передачи по спутниковой линии используется по тем же соображениям стандарт DVB-S, характеризующийся применением четырехпозиционной фазовой модуляции несущей, двухступенчатым помехоустойчивым кодированием (по Риду-Соломону) и сверточным кодом. Приемники, работающие по этому стандарту, имеют весьма низкий порог помехоустойчивости при соотношении сигнал/шум 5...6 дБ.

По нашему мнению, следовало бы уже сейчас определить MPEG-2/DVB-S в качестве российского стандарта. Соответствующая рекомендация секции Научно-технического Совета Минсвязи России имеется. По-видимому, при теперешней структуре правительства требуется и решение Министерства Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.

Рассмотрим более подробно основные технические решения, примененные в цифровой системе НТВ-Плюс.

Спутник — самый важный элемент системы. В системе СНВ используется спутник типа HS376, изготовленный американской компанией Hughes (кстати, их изготовлено уже более 50). Спутник высоконадежен, рассчитан на срок службы 12 лет. Конструкция его необычна. Он имеет форму цилиндра, по всей поверхности которого расположены элементы солнечной батареи. Вращение всего наружного "стакана" способствует стабилизации положения оси спутника в пространстве. Внутренняя часть спутника, на которой расположена приемно-передающая антенна, остается неподвижной (т. е. как бы вращается относительно наружного "стакана" в обратную сторону).

Спутник управляется со станции, расположенной под Москвой. Как показывает опыт, эксплуатационные его параметры поддерживаются с высокой точностью: погрешность сохранения позиции на орбите и наведения антенны существенно меньше заданной величины ±0,1°. Для этого регулярно проводятся сеансы коррекции с помощью установленных четырех корректирующих двигателей и необходимого запаса топлива.

Наведение антенны спутника осуществляется либо по сигналу маяка, совмещенному с сигналами телеуправления, либо по диску Земли. Луч передающей антенны имеет специальную форму, соответствующую необходимой зоне обслуживания. Предусмотрена также возможность переключения передатчиков на второй облучатель, позволяющий сформировать зону восточнее основной (по-видимому, это будет целесообразно при переводе спутника в позицию 56° в. д. — об этом скажем ниже). Полезная нагрузка спутника (**рис. 4**) — восемь рабочих стволов с гибким резервом (из трех передатчиков), создающих в указанной на рис. 3 зоне ЭИИМ не менее 50 дБВт. Все стволы работают круглосуточно, в том числе в периоды, когда спутник оказывается в тени Земли и его аппаратура питается от аккумуляторных батарей.

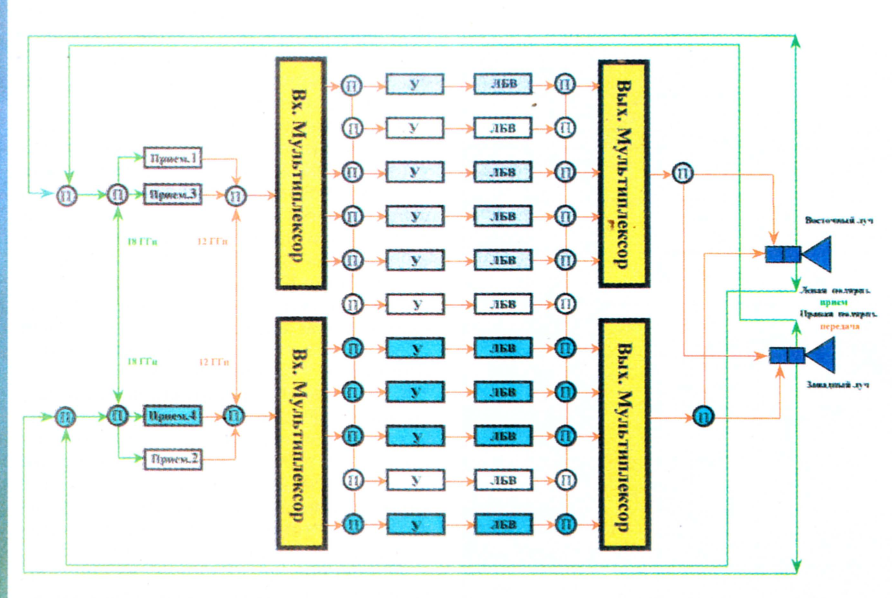



**Рис. 4. Функциональная схема полезной нагрузки спутника:**
**П — переключатель; У — усилитель; ЛБВ — лампа бегущей волны; резервные блоки — светлые**

***(Окончание следует)***

# ЕВРОПЕЙСКИЕ ПРОЕКТЫ СОТОВЫХ СИСТЕМ ДОСТУПА

*О. МАХРОВСКИЙ, канд. техн. наук, г. Санкт.-Петербург*

***В журнале "Радио", 1999, № 8, с. 77—79 помещена статья о сотовых системах миллиметрового диапазона, предназначенных для предоставления абонентам ТВ программ и услуг связи. Публикуемый здесь материал, по существу, является дальнейшим развитием темы. В нем рассматриваются сотовые системы, разрабатываемые в рамках Европейской программы ACTS.***

Среди множества перспективных технологий доступа большой интерес представляют беспроводные системы сотового телевидения. Напомним, что к таким системам относятся LMDS (Local Multipoint Distribution System) и MVDS (Multipoint Video Distribution System), которые, как правило, работают в диапазонах радиочастот 27,5...31 ГГц (Северная Америка) и 40,5...42,5 ГГц (Европа). Они используют помехоустойчивые виды модуляции (QPSK), применяемые в спутниковых системах. Различие в названиях этих систем весьма условно и объясняется в основном тем, что рекомендации для них разрабатывались на разных континентах. Технология LMDS/MVDS предназначена для организации фиксированного беспроводного доступа на миллиметровых волнах при низкой мощности, которые лучше всего подходят для высокоскоростной передачи данных, организации традиционного телефонного трафика, трансляции телевизионных программ и других широкополосных приложений. Такие сети можно построить быстро и без особых затрат, требующихся обычно при прокладке медного или волоконно-оптического кабеля. Размер сот находится в пределах от 5 до 15 км, причем передающая и приемная антенны должны находиться в зоне прямой видимости.

Первой широко известной, реально работающей сотовой телевизионной сетью стала сеть компании Cellular Vision, развернутая в г. Нью-Йорке. Такие широкополосные сети доступа с использованием радиоканала — эффективное средство для быстрого охвата телекоммуникационными услугами больших территорий. Стоимость развертывания сети сотового ТВ в городских условиях в три—пять раз ниже, чем при строительстве традиционных широкополосных сетей гибридного типа (волоконно-коаксиальных).

Сети MVDS испытываются в Швейцарии, Великобритании, Германии, а LMDS — в США, Канаде, Японии, Швеции. Среди этих систем есть и чисто вещательные однонаправленные и двунаправленные мультисервисные, и аналоговые, и цифровые. В названных странах ведется опытная эксплуатация и готовится коммерческое использование сетей сотового ТВ с количеством абонентов от нескольких тысяч до нескольких десятков тысяч. Их применение выгодно там, где пока еще не построена качественная широкополосная кабельная инфраструктура. Поэтому можно прогнозировать успех подобных систем в России, и российские операторы уже готовятся к работе с ними.

В рамках Европейской исследовательской программы "Передовые технологии и услуги связи" (ACTS) в 1995—1999 гг. выполнялся ряд проектов, связанных с разработкой подобных систем, которые могут представлять интерес для читателей журнала "Радио".

**Проект CABSINET** (Cellular Access to Broadband Services and Interactive Television) направлен на предоставление интерактивного широкополосного беспроводного доступа широкому кругу пользователей. В консорциум участников этого проекта входят такие организации, как CSELT (Италия), Deutsche Telecom (Германия), THOMSON multimedia (Франция) и др. Главные цели проекта — проектирование, построение и демонстрация работающей интерактивной системы сотовой архитектуры диапазона 40 ГГц, способной доставлять как широковещательные программы, так и услуги связи на базе асинхронной передачи (АТМ). Архитектура системы представляет собой сотовую двухуровневую сеть с макросотами, обслуживающими несколько микросот в зависимости от мест нахождения пользователей.

Разработка ориентирована на реализацию беспроводного обратного канала, способного обеспечить переход от асимметричных к почти симметричным (near-symmetric) широкополосным интерактивным услугам. Спроектировано экономичное оборудование беспроводного доступа на 40 ГГц. В разработке использованы методы цифровой обработки сигнала, применены стандарты DVB (MPEG-2 кодирование и QPSK модуляция) при соблюдении DAVIC[1]-рекомендаций в обратном канале, где это возможно. Кодовое ортогональное частотное уплотнение (COFDM) линии в широковещательном стволе позволило обеспечить интерактивное телевидение и широкополосные услуги связи с использованием как мобильных, так и фиксированных терминалов в пределах микросоты.

В конце 1999 г. проводилось испытание полностью развернутой системы макро/микросотовой архитектуры, взаимодействие с транс-Европейской широкополосной оптической сетью через два национальных хоста[2]: Deutsche Telecom и France Telecom. Были продемонстрированы также два типа применений в сельской и городской зонах с помощью фиксированных и мобильных терминалов пользователей.

Интерактивное ТВ было представлено, по крайней мере, шестью программами: одна — включала "объемный" звук (surround sound), вторая — показала возможности ТВ путеводителя; третья — работала в режиме платного телевидения (Pay TV) с возможностью управления доступом.

Были показаны и интерактивные мультимедиа услуги "видео по запросу" (Video on Demand — VoD); "новости по запросу" (News on Demand) и другие АТМ службы. Они призваны продемонстрировать применимость и качество предоставления таких услуг пользователям, которые пока не располагают волоконно-оптическим вводом в дом или не имеют его по экономическим соображениям.

Испытания продемонстрировали так называемое "окно продаж" (Shop window) для привлечения поставщиков услуг, производителей оконечного оборудования и потенциальных пользователей с тем, чтобы стимулировать продвижение услуг мультимедиа на европейский рынок с получением определенной прибыли для всех его участников, ускорить производство перспективного оборудования в Европе, которая может занять лидирующее положение в этой рыночной нише и обеспечить высокий экспорт такого оборудования.

**Проект CRABS** (Cellular Radio Access for Broadband Services) находится в тесном взаимодействии с проектом CABSINET, в частности, в определении потребностей рынка для сотовых систем. В проекте CRABS разработана и испытана сотовая радиосистема, обеспечивающая широкополосное интерактивное цифровое ТВ и предоставляющая пользователям услуги мультимедиа. Испытания системы проводились в пяти европейских странах — Чехии, Греции, Италии, Норвегии и Великобритании.

В ходе исследований детально изучены архитектура, необходимая для реализации системы, разработаны стандарты для будущих коммерческих продуктов. Испытания системы проводились в два этапа с целью выявить запросы пользователей в связи с предоставляемыми услугами, а также требования к технической реализации проекта. На первом этапе проверялось несколько каналов цифрового телерадиовещания в диапазоне 42 ГГц с низкоскоростным интерактивным

[1] Digital Audio-Visual Council — организация, вырабатывающая рекомендации и стандарты в области цифровых аудио-видеоприменений и услуг.

[2] Хост — главный компьютер, обеспечивающий коммутацию и маршрутизацию потоков.

обратным каналом. Для этого использовались существующие системы радиодоступа на базе DECT, GSM и витых пар. Во время второго этапа испытаний использовались широкополосные интерактивные каналы, скорость передачи достигала нескольких Мбит/с, применялась ATM-технология. Передача сигналов по обратному каналу осуществлялась в миллиметровом диапазоне.

По мнению участников испытаний, среди которых были Telenor Research and Development (Норвегия), Eurobell Limited, Philips Microwave (Великобритания), Thomson CSF (Франция), TESTCOM (Чехия) и др., внедрение таких систем является эффективным решением для сельских районов, где нецелесообразно строить фиксированные сети, а также для многих крупных городов.

**Проект IBCoBN** (Integrated Broadband Communications on Broadcast Networks) преследовал цель исследования рынка потенциальных пользователей сетей с полным набором услуг (Full Service Networks — FSN), разрабатывал профили архитектур, вопросы спроса и развития сетей кабельного телевидения (КТВ) с FSN, моделировал модернизируемые и вновь строящиеся интерактивные широкополосные сети КТВ. В осуществлении проекта участвовали исследовательские организации, университеты и операторы кабельных сетей из Бельгии, Великобритании, Германии, Испании, Швеции и других стран Европы. От России на правах полноправного партнера было представлено государственное унитарное предприятие (ГУП) НИИ "Рубин" (Санкт-Петербург), имеющее опыт системного интегратора сетей связи и управления. В ГУП НИИ "Рубин" проектом занималось дочернее предприятие "Рубин — Телекоммуникационные технологии и сети" (ДП "Рубин-ТТС"), которое совместно с компанией ДОК Лтд (Санкт-Петербург) и при участии британских партнеров проводило эксперимент по созданию сети LMDS в районе лондонского аэропорта Гатвик.

Среди других экспериментов была продемонстрирована работа двунаправленной LMDS на базе Internet Protocol (IPLMDS) в диапазоне 42 ГГц с предоставлением широкополосного доступа реальным абонентам, включая образовательные учреждения, местные органы власти, производителей оборудования, учреждения досуга. Испытания позволили выяснить отношение пользователей услуг узкополосной связи к широкополосному доступу, обеспечивающему большой набор предоставляемых услуг: высокоскоростной доступ в Интернет, "видео по запросу" (VoD), видео по протоколу Интернета (VoIP), передачу данных с высокой скоростью.

Результаты эксперимента позволили принять используемые технологии для коммерческого развертывания IPLMDS сетей диапазона 42 ГГц в Великобритании, Германии и России (г. Санкт-Петербург). IPLMDS платформа, разработанная в проекте IBCoBN британским партнером ECMS, основана на открытой архитектуре и использует совместимые кабельные модемы и оборудование головной станции по стандарту DAVIC 1.2. В прямом канале скорость 11 Мбит/с с TDM и QPSK модуляцией и кодированием MPEG-2, в обратном канале — 2,5 Мбит/с с TDMA и QPSK.

Оборудование радиочастотного спектра состоит из прототипа мастер-трансивера (приемопередатчика) на 42 ГГц, одного прототипа приемопередатчика на узле пользователя (42 ГГц) и одной выделенной двухточечной радиолинии на 60 ГГц со скоростью 10 Мбит/с. Такая конфигурация способна выявить множество вопросов, связанных с реальным коммерческим развертыванием IPLMDS, когда потребуется определенная гибкость системы в отношении радиочастоты или емкости.

В рамках этого эксперимента российскими участниками проекта (ДП "Рубин-ТТС" и ДОК Лтд) разрабатывался приемопередатчик на современной элементной базе для поставки на европейский и российский рынки.

Основные характеристики приемопередатчика: диапазон частот — 40,5...43,5 ГГц; мощность на выходе — 100 мВт; ширина полосы канала — 10 МГц; коэффициент шума приемника — не более 8 дБ; коэффициент усиления антенны — 34 дБ; модуляция QPSK; потребляемая мощность — не более 35 Вт; масса — не более 5 кг.

Отметим, что все микроволновые элементы разработаны и изготовлены в России.

Конструктивно приемопередатчик (трансивер) выполнен в виде моноблока, устанавливаемого рядом с антенной на крышах зданий, мачтах и т. п. С остальной частью оборудования IPLMDS моноблок соединен коаксиальным кабелем, по которому подается также и постоянное напряжение питания 48 В. Стоимость приемопередатчика зависит от серийности его производства и оценена в приводимой **таблице.**

| Количество приемопередатчиков | Стоимость, долл. США |
|---|---|
| 1—9 | 7900 |
| 10—99 | 5300 |
| 100—499 | 3650 |
| 500—999 | 3140 |
| 1000—5000 | 2790 |

Как видно из таблицы, стоимость приемопередатчика вполне приемлема как для западноевропейского, так и для российского рынков MVDS/LMDS. Его можно применить также (при минимальной модификации) в радиорелейных системах связи. Результаты испытаний показали соответствие характеристик приемопередатчика европейским стандартам, что подтверждает конкурентоспособность отечественного трансивера на зарубежном рынке.

В заключение следует отметить, что рынок для многоканального интерактивного цифрового ТВ и широкополосных услуг возрастает во всей Европе. Разработки, ведущиеся в рамках рассмотренных в статье проектов программы ACTS и основанные на применении сотовых систем беспроводного доступа, позволяют удовлетворить потребности будущих мультимедиа приложений и служб. Эти и ряд других проектов ACTS программы направлены на создание экономичных средств беспроводного доступа к широкополосным услугам, обеспечивая интерактивный обратный канал в основном диапазоне частот.

Вместе с тем все еще остается ряд нерешенных вопросов: рекомендации по стандартам не закончены (в частности, относящиеся к обратному каналу), стандартизированный доступ должен быть пригоден как для фиксированных, так и мобильных терминалов различных сетей связи, например, спутниковой, кабельной, B-ISDN, Internet. Для России можно прогнозировать применение систем типа LMDS/MVDS в крупных городах, а в городах с невысокой плотностью абонентов — систем MMDS, работающих на относительно невысоких частотах с дальностью действия в несколько десятков километров.

В новых домах следует сразу же прокладывать широкополосный кабель, в который можно подавать сигналы от устройств коллективного приема MVDS или LMDS. В этом случае оператор сети сотового ТВ (в отличие от оператора сетей кабельного ТВ) не несет каких-либо существенных затрат, даже если некоторые абоненты не хотят или не смогут оплачивать новые услуги.

Сети LMDS/MVDS позволят в короткие сроки обеспечить глобальный охват населения больших городов, чего нельзя достигнуть при создании кабельной инфраструктуры, предназначенной для решения аналогичных задач. Для дальнейшего успешного развертывания сотовых сетей необходимо быстрее переходить от экспериментов, проводимых в рамках исследовательских проектов, к опытной коммерческой эксплуатации, что поможет сделать выводы о реальном влиянии широкополосного беспроводного доступа в быстро развивающемся информационном обществе.

Для операторов сетей беспроводного доступа открывается возможность через опытную эксплуатацию оценивать действительную потребность инвестиций в развитие новых технологий, выяснить, какие услуги хотят иметь потенциальные абоненты и за что они готовы платить.

Можно с большой уверенностью утверждать, что сотовые сети в наступившем столетии будут создаваться в двух вариантах: либо в беспроводном, либо полностью на основе волоконно-оптического кабеля. ■




Жизнь уже давно доказала, что журнал "Радио" — это издание, которым его подписчики и читатели пользуются не год, не два и даже не одно десятилетие. Письма, поступающие в редакцию, порой содержат вопросы о конструкциях, описания которых публиковались в журнале много лет назад. По этой причине неизменно пользуются популярностью "Путеводители" по страницам журнала "Радио", в каждом из которых в концентрированном виде по тематическим разделам приведена информация о содержании статей за несколько лет. В послевоенные годы вышло пять таких "Путеводителей", причем последний из них охватил период с 1986-го по 1990 гг.

Продолжая эту традицию, редакция выпустила очередной путеводитель по страницам "Радио". Он, несомненно, будет полезен всем радиолюбителям и профессионалам в области электроники и связи, поскольку охватывает период, когда многие постоянные читатели и почитатели журнала по известным обстоятельствам не могли себе позволить выписывать и читать журнал.

Ознакомившись с "Путеводителем" за 1991—1999 гг., они смогут узнать, где искать представляющую для них интерес информацию. Одно из таких мест — сайт журнала "Радио" *www.paguo.ru,* на котором редакция начала выкладывать номера журнала за этот период.

Статьи и заметки в "Путеводителе" распределены по тематическим разделам, которые в большинстве случаев повторяют соответствующие рубрики журнала. В некоторых разделах введены и подрубрики, которые облегчат поиск нужных статей.

В новый "Путеводитель" включено полное содержание "КВ журнала". Это приложение к журналу "Радио" выходило в 1992—1998 гг. и было посвящено вопросам любительской связи на коротких и ультракоротких волнах. В этот период материалы по данной тематике в журнале "Радио" публиковались только в разделе "Радио" — начинающим".

"Путеводитель" можно приобрести в редакции за 19 руб., стоимость при пересылке по России — 24 руб., по странам СНГ — 40 руб.

# УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

**Подписаться на журнал "Радио" вы можете с любого месяца в своем почтовом отделении по каталогу Агентства "Роспечать", раздел "Газеты, журналы. Книги, учебные пособия, товары", инд. 70772.**

**Вы можете оформить также полугодовую подписку в редакции, отправив деньги на указанный ниже расчетный счет.**

**Стоимость полугодовой подписки:**

**— по России:**

**для физических лиц — 150 руб.**
**для юридических лиц — 190 руб.;**

**— по СНГ:**

**для физических лиц — 280 руб.**
**для юридических лиц — 320 руб.;**

**— в странах дальнего зарубежья полугодовая подписка — $30, годовая — $60. Жители дальнего зарубежья должны направить заявку на подписку по адресу: 103045, Москва, Селиверстов пер., 10, журнал "Радио", по факсу (095) 208-77-13 или по E-mail: *sale@paguo.ru,* после чего редакция выставит счет на оплату.**

В России, кроме того, на журнал "Радио" можно подписаться по Объединенному каталогу "Российские и зарубежные газеты и журналы", инд. 89032.

В регионах России — по каталогу ООО АП "Ода" "Оптово-розничные поставки", инд. 003.

В республике Казахстан — в любом почтовом отделении или филиале "Казбаспасоз":

— по каталогу "KAZPOST", инд. 10772;

— по Центральноазиатскому каталогу газет и журналов, инд. 10772.

На Украине — в любом почтовом отделении, а также по "Каталогу подписных изданий" Подписного агентства "KSS", инд. 10538.

Жители дальнего зарубежья могут подписаться по каталогу МК "Периодика" — "Catalogue of periodicals", инд. 70772. Они могут также выписать журналы через ОАО "Агентство "Роспечать". Для этого необходимо направить заявку в произвольной форме в Агентство по адресу: 123837, Россия, Москва, проспект Маршала Жукова, 4. В заявке следует указать свой адрес, период, на какой вы хотите оформить подписку, а также факс или E-mail. Агентство выставит счет и после его оплаты будет высылать журналы.

В настоящее время в редакции можно приобрести журналы, перечень которых приведен в таблицах.

С 1999 г. "КВ-журнал", как самостоятельное издание, не выпускается. Его тематика освещается на страницах журнала "Радио" в разделе "Связь: КВ, УКВ и Си-Би".

В редакции также имеются:

"Справочник коротковолновика" — 9 руб., с пересылкой по России — 15 руб. 30 коп., а для стран СНГ — 29 руб. 60 коп.

Книга "Принимаем ТВ непосредственно из космоса" — 44 руб. 30 коп. с пересылкой по России и 54 руб. с пересылкой в страны СНГ.

* * *

Деньги за интересующие вас журналы и книги нужно отправить почтовым переводом на расчетный счет (получатель ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424, р/с 40702810438090103159 в МБ АК СБ РФ, г. Москва, Мещанское ОСБ № 7811, корр. счет 30101810600000000342, БИК 044525342. Почтовый индекс банка 101000).

На обратной стороне почтового бланка укажите, за какие издания вы переводите деньги. После того, как деньги поступят на наш расчетный счет, мы отправим вам ваш заказ.

***Журналы "Радио"***

| Год выпуска | Номер журнала | Стоимость одного номера в редакции | Стоимость одного номера с пересылкой | |
|---|---|---|---|---|
| | | | по России | по СНГ |
| 1994 | 1–7 | 1 руб. (комплект) | 21 руб. 30 коп. (комплект) | 71 руб. 60 коп. (комплект) |
| 1995 | 7, 8, 10 | 4 руб. | 8 руб. 60 коп. | 14 руб. 80 коп. |
| 1996 | 2–4, 7–9 | 6 руб. | 11 руб. | 26 руб. 60 коп. |
| 1998 | 4 | 10 руб. | 15 руб. 30 коп. | 30 руб. 60 коп. |
| | 7, 8 | 11 руб. | 16 руб. 30 коп. | 31 руб. 60 коп. |
| 2000 | 6 | 16 руб. | 21 руб. 30 коп. | 36 руб. 60 коп. |

***"КВ — журнал"***

| Год выпуска | Номер журнала | Стоимость одного номера в редакции | Стоимость одного номера с пересылкой | |
|---|---|---|---|---|
| | | | по России | по СНГ |
| 1994 | 1, 2 | 1 руб. | 3 руб. 50 коп. | 11 руб. 80 коп. |
| | 3–5 | 2 руб. 50 коп. | 5 руб. | 13 руб. 30 коп. |
| Годовой комплект (№1–5) с пересылкой | | | 17 руб. | 48 руб. |
| 1995 | 1–3 | 3 руб. 30 коп. | 5 руб. 80 коп. | 14 руб. 10 коп. |
| Годовой комплект (№1–3) с пересылкой | | | 13 руб. 80 коп. | 30 руб. 60 коп. |
| 1997 | 4–6 | 8 руб. | 10 руб. 50 коп. | 18 руб. 80 коп. |
| 1998 | 4–6 | 10 руб. | 12 руб. 50 коп. | 20 руб. 80 коп. |

**Наложенным платежом редакция издания не высылает!**

**Редакция готова сотрудничать с любыми дилерами и агентствами по распространению. С предложениями обращаться по тел. (095) 208-81-79; 207-77-28.**

**Факс: (095) 208-77-13.**

***E-mail: sale@paguo.ru.***